

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

GUILHERME VINÍCIUS SERANINI

Adubação parcelada de nitrogênio e calagem nos componentes de rendimento,
na qualidade e no rendimento de sementes de capim-braquiária em um
LATOSSOLO VERMELHO distrófico textura média

Maringá

2019

GUILHERME VINÍCIUS SERANINI

Adubação parcelada de nitrogênio nos componentes de rendimento, na
qualidade e no rendimento de sementes de capim-braquiária em um
LATOSSOLO VERMELHO distrófico textura média

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Saraiva da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Weber do Canto

Maringá

2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S481a	<p>Seranini, Guilherme Vinícius</p> <p>Adubação parcelada de nitrogênio e calagem nos componentes de rendimento, na qualidade e no rendimento de sementes de capim-braquiária em um LATOSSOLO / Guilherme Vinícius Seranini. -- Maringá, PR, 2019. 62 f. figs., tabs.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Saraiva da Costa. Coorientador: Prof. Dr. Marcos Weber do Canto. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2019.</p> <p>1. Braquiária decumbens . 2. Produção de sementes . 3. Adubação nitrogenada. 4. Plantas forrageiras. I. Costa, Antonio Carlos Saraiva da, orient. II. Canto, Marcos Weber do, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.</p>
-------	---

CDD 23.ed. 633.2

Ademir Henrique dos Santos - CRB-9/1065

FOLHA DE APROVAÇÃO

GUILHERME VINÍCIUS SERANINI

Adubação parcelada de nitrogênio e calagem nos componentes de rendimento,
na qualidade e no rendimento de sementes de capim-braquiária em um
LATOSSOLO VERMELHO distrófico textura média

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Antonio Carlos Saraiva da Costa
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Marcos Weber do Canto
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Prof. Dr. Sebastião Brasil Campos Lustosa
Universidade Estadual de Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO)

Aprovada em: 20 de Fevereiro de 2019
Local de defesa: Bloco J45, sala da pós-graduação.

DEDICATÓRIA

Dedico essa obra aos meus pais,
Alaur José Seranini e Josemara Belloso
Seranini que não mediram esforços para
que eu tivesse essa oportunidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que permitiu e guiou esse momento em minha vida, não somente como estudante, mas também como filho. Sem ele nada disso seria possível.

Ao meu professor e orientador Dr. Antonio Carlos Saraiva da Costa pela oportunidade de desenvolver esse trabalho, confiança, paciência, ensinamentos e amizade durante esse tempo de convívio.

Ao meu professor e coorientador Dr. Marcos Weber do Canto sou profundamente grato pela oportunidade, confiança, ensinamentos e paixão que foram empregados nesse projeto. Obrigado pelos conselhos e amizade nesse trajeto.

Ao Dr. Ivan Granemann de Souza Junior, pelo auxílio nas atividades laboratoriais, pelos ensinamentos e pela amizade.

A Universidade Estadual de Maringá que possibilitou meu crescimento profissional e pessoal. Pelos 07 anos de oportunidade de cursar Agronomia e pós-graduação, tenho orgulho de ser aluno dessa instituição.

A minha família, meu pai Alaur José Seranini, minha mãe Josemara Belloso Seranini, minha irmã Gabriella Victória Seranini aos meus avós Luiz, Edith, Alaor e Eva que sempre me apoiaram e se esforçaram para que eu pudesse realizar meus projetos.

A Bianca Lorryne Tambani pelo apoio, amor, carinho e companheirismo.

Aos amigos e colegas de trabalho do Laboratório de Química e Mineralogia do Solo, Rodrigo, Guiseppe, Guilherme, Neuzilene, Luciano, Raphaela, Eunápio, Leila, Andrei, Rodolfo, Josélia e Raquel pela amizade.

Aos alunos do campus de Umuarama que ajudaram com as coletas no campo, em especial Pedro e Sergio.

Ao CNPq pelo apoio financeiro por meio da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEM, todos os professores pelos ensinamentos e a secretária Erika e o secretário Reinaldo pela simpatia e disposição em ajudar.

Por fim, agradeço a todas as demais pessoas que contribuíram diretamente ou indiretamente para que a realização desse trabalho fosse possível.

Adubação parcelada de nitrogênio e calagem nos componentes de rendimento,
na qualidade e no rendimento de sementes de capim-braquiária em um
LATOSSOLO VERMELHO distrófico textura média

RESUMO

A adubação de nitrogênio (N) efetivamente incrementa o rendimento de sementes (RS) em capim-braquiária (*Urochloa decumbens*), mas também pode ter influência positiva ou negativa nos componentes de rendimento ou na qualidade de sementes. Este estudo foi conduzido sob condição de campo no município de Umuarama-Pr durante o ciclo de produção de sementes de junho-janeiro de 2017 e de agosto-janeiro de 2017/18. Um outro experimento complementar em condição de casa de vegetação em vasos foi conduzido entre janeiro-junho de 2018 em Maringá-Pr. O solo utilizado em ambos experimentos foi um LATOSSOLO VERMELHO distrófico textura média. Os objetivos deste estudo foram avaliar o RS, componentes do rendimento e a qualidade de sementes sob efeitos de doses de N aplicada de forma única ou parcelada e correlações simples entre os componentes de rendimento de sementes e o RS. O delineamento experimental foi um esquema fatorial (2,0 x 5,0) em blocos completos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos consistiram das formas de aplicação dose única e parcelada e das doses de N 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹, na qual a forma dose única de N foi no rebrote inicial e a forma parcelada foi fracionada igualmente no rebrote inicial e por volta de três semanas antes do florescimento pleno. O adubo nitrogenado utilizado foi o nitrato de amônio. Para o experimento em vaso foi adotado um esquema fatorial (2,0 x 2,0 x 5,0) com os mesmos tratamentos e a adição ou não de calagem. Para o experimento em condição de campo, a adubação de N afetou positivamente o RS, número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilhos total, a matéria seca (MS ha⁻¹), o número de sementes por panícula e o número de sementes m⁻². O RS correlacionou-se com o NPP e com a MS ha⁻¹. A dose de N 120 kg ha⁻¹ promoveu maior RS nas condições a campo. Nesse estudo, a adubação de N teve efeito positivo no NPP, número de perfilhos total e no número de sementes por panícula. O RS por vaso, a MS ha⁻¹ por vaso e o índice de colheita responderam positivamente aos regimes de aplicação de calcário impostos.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrato de amônio. Componentes de rendimento de sementes.

Urochloa decumbens.

Split nitrogen fertilization and liming on seed yield components, seed quality and on seed yield of signal grass in Dark Red Latosol loam texture

ABSTRACT

Nitrogen (N) fertilization effectively increases seed yield (SY) in signalgrass (*Urochloa decumbens*), but also may have positive or negative influences on yield components and seed quality. This study was conducted under field conditions in the municipality of Umuarama-Pr during the seed production cycle June-January 2017 and August-January 2017/18. A complementary experiment was carried out in a greenhouse in pots between January and June 2018, in Maringá-PR. The soil in both experiments was a Red Latosol loam texture. The objectives of this study were to evaluate the RS, yield components and the quality of seeds under the effects of N doses applied in a single or split, and simple correlations between the seed yield components with the SY. The experimental design was a factorial scheme (2.0 x 5.0) in complete blocks at random with four replications. The treatments consisted of the single and split dose application forms and N rates (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹). Nitrogen-N in a single dose was applied at initial regrowth, and N equally split was applied at initial regrowth and about three weeks before flowering. The N fertilizer used was ammonium nitrate. For the pot experiment, a factorial scheme (2.0 x 2.0 x 5.0) was adopted with the same treatments and the addition or not of liming. For the experiment conducted under field condition, N fertilization positively affected the SY, panicle tiller number (PTN), total number of tillers, dry matter (DM) ha⁻¹, number of seeds per panicle, and seed number m⁻². The SY was correlated with the PTN and DM ha⁻¹ at harvest. The N rate of 120 kg ha⁻¹ promoted the highest SY for experiment conducted under field condition. In this study, N fertilization had a positive effect on PTN and on number of seeds per panicle. The SY per pot, DM at harvest per pot, and harvest index responded positively to imposed limestone application regime.

KEY WORDS: Ammonium nitrate. Seed yield components. *Urochloa decumbens*.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Caracterização química e textural na profundidade de 0,0-0,2 m no solo do campo experimental.....14
- Tabela 2. Análise estatística dos efeitos da forma de aplicação e de doses de N no número de perfilhos vegetativo (NPV), número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilhos total (NPT), porcentagem de perfilhos com panícula (PPP), matéria seca por hectare (MS ha⁻¹), número de sementes por panícula (NSP), número de sementes por m² (NS), rendimento de sementes (RS) e índice de colheita (IC) no ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.....22
- Tabela 3. Valores médios para componentes de rendimento e rendimento de sementes sob efeito de forma de aplicação e doses de N = 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹ para o ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.....23
- Tabela 4. Efeito da interação forma de aplicação x dose de nitrogênio para o número de perfilhos com panícula (NPP) e número de perfilhos total no ciclo de produção de sementes do verão e efeito da interação forma de aplicação x dose de nitrogênio para o número de sementes por panícula no ciclo de produção de sementes do outono.....24
- Tabela 5. Efeito da interação forma de aplicação x dose de nitrogênio para o número de sementes por m², rendimento de sementes e no índice de colheita nos ciclos de produção de sementes do outono e do verão.....24
- Tabela 6. Efeito da dose de nitrogênio para a porcentagem de perfilhos com panícula (PPP) no ciclo de produção de sementes do verão, matéria seca (MS) ha⁻¹ na colheita no ciclo

de produção de sementes do outono e do verão e para o número de sementes por panícula (NSP) no ciclo de produção de sementes do verão.....27

Tabela 7. Análise estatística dos efeitos de manejo de nitrogênio e de doses de nitrogênio na massa de mil sementes (MMS), na germinação (GER) e teor relativo de clorofila (índice SPAD) na antese no ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo..... 30

Tabela 8. Valores médios para massa de mil sementes, germinação e índice SPAD na antese, em cultura de sementes de capim-braquiária sob efeito de forma de aplicação e dose de N = 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹ no ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.....32

Tabela 9. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os componentes do rendimento com o rendimento de sementes no ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.....34

Tabela 10. Análise da variância para o número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilhos vegetativos (NPV), número de perfilhos totais (NPT), matéria seca (MS), número de sementes por panícula (NSP), índice de colheita (IC), rendimento de sementes (RS), massa de mil sementes (MMS), índice SPAD na antese (SPAD antese) e para o índice SPAD na colheita (SPAD colheita), afetados pela calagem, manejo de N e dose de N equivalentes a = 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹, em capim-braquiária, no estudo conduzido sob condições de casa de vegetação.....36

Tabela 11. Valores médios para número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilhos vegetativos (NPV), número de perfilhos totais (NPT), porcentagem de perfilhos com panícula (PPP) e matéria seca na colheita afetados por calagem e manejo de N e doses de N equivalentes a: 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹ em capim-braquiária, no estudo conduzido sob condições de casa de vegetação.....37

Tabela 12. Valores médios para número de sementes por panícula (NSP), rendimento de sementes (RS), índice de colheita (IC), massa de mil sementes (MMS), índice SPAD na antese e índice SPAD na colheita afetados por calagem e manejo de N e doses de N equivalentes a: 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹ em capim-braquiária, no estudo conduzido sob condições de casa de vegetação.....38

Tabela 13. Equações de regressão para o número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilho total (NPT), matéria seca, número de sementes por panícula (NSP), índice de colheita (IC), rendimento de sementes (RS), índice SPAD na antese e índice SPAD na colheita em capim-braquiária submetido a efeito de calagem (com ou sem calagem), manejo de N (aplicação única ou parcelada) em doses de N (x) equivalentes a= 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹, no estudo conduzido sob condições de casa de vegetação em vasos.....39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Médias de temperaturas máximas (T. Max.), médias (T. Méd.), mínimas (T. Mínimas) e precipitação durante o ciclo de produção de sementes do outono.....15
- Figura 2. Médias de temperaturas máximas (T. Max.), médias (T. Méd.), mínimas (T. Média) e precipitação durante o ciclo de produção de sementes do verão.....15
- Figura 3. Efeito da dose de nitrogênio sobre o número de perfilhos vegetativos, número de perfilhos com panícula e número de perfilhos total no ciclo de produção de sementes do outono.....25
- Figura 4. Efeito da dose de nitrogênio sobre o teor relativo de clorofila (índice SPAD) por ocasião da antese do capim-braquiária no ciclo de produção de sementes do verão.....34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	- Graus Celsius
Al	- Alumínio
Ca	- Cálcio
CaO	- Óxido de cálcio
Cfa	- Clima temperado úmido com verão quente
Cm	- Centímetro
CPS	- Ciclo de produção de sementes
CTC	- Capacidade de troca de cátions
Cu	- Cobre
Fe	- Ferro
g	- Grama
GER	- Germinação
H	- Hidrogênio
ha	- Hectare
IC	- Índice de colheita
K	- Potássio
K ₂ O	- Óxido de Potássio
kg	- Quilograma
m	- Metro
m%	- Saturação por alumínio
Mg	- Magnésio
mg	- Miligrama
MgO	- Óxido de Magnésio
mm	- Milímetro
MMS	- Massa de mil sementes
Mn	- Manganês
MS	- Matéria seca
N	- Nitrogênio
N ₀	- Dose de zero kg ha ⁻¹ de nitrogênio
N ₁₂₀	- Dose de cento e vinte kg ha ⁻¹ de nitrogênio
N ₃₀	- Dose de trinta kg ha ⁻¹ de nitrogênio

N ₆₀	- Dose de sessenta kg ha ⁻¹ de nitrogênio
N ₉₀	- Dose de noventa kg ha ⁻¹ de nitrogênio
N _{méd.}	- Média dos efeitos das doses de nitrogênio
NPP	- Número de perfilhos com panícula
NPT	- Número de perfilhos totais
NPV	- Número de perfilhos vegetativos
NSM	- Número de sementes por metro
NSP	- Número de sementes por panícula
P	- Fósforo
P ₂ O ₅	- Pentóxido de difósforo
pH	- Potencial hidrogeniônico
PPP	- Porcentagem de perfilhos com panícula
PRNT	- Poder relativo de neutralização total
RS	- Rendimento de sementes
SB	- Soma de bases
T	- Toneladas
UEM	- Universidade Estadual de Maringá
V%	- Saturação por bases
Zn	- Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Hipótese.....	3
1.2	Objetivos.....	3
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1	Descrição geral do capim-braquiária cv. Basilisk	4
2.2	Adubação nitrogenada aplicada em dose parcelada na produção de sementes.....	6
2.3	Adubação nitrogenada aplicada em dose única na produção de sementes.....	9
2.4	Efeitos da adubação nitrogenada sobre componentes de qualidade de sementes em gramíneas tropicais.....	11
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1	Caracterização dos locais, clima e solo.....	13
3.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	16
3.3	Práticas culturais.....	17
3.4	Amostragens e análises de plantas.....	18
3.5	Análise estatística.....	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1	Componentes de rendimento e rendimento de sementes do trabalho em condições de campo.....	21
4.2	Componentes de qualidade de sementes e índice SPAD do trabalho em condições de campo.....	30
4.3	Correlação de Pearson entre os componentes de rendimento e o rendimento de sementes do trabalho em condições de campo.....	32
4.4	Componentes de rendimento, rendimento de sementes e qualidade de sementes do trabalho em condições de vaso.....	36
5	CONCLUSÕES.....	39
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A produção de sementes de gramíneas tropicais brasileira tem apresentado nas últimas décadas crescente desenvolvimento. Relativamente ao mercado global, no Brasil são produzidas e exportadas as maiores frações de sementes dessas gramíneas (VIGNA et al., 2011; MACHADO et al., 2019), cerca de 210-240,00 t anuais são produzidas em aproximadamente 180.000 ha (CATUCHI et al., 2017). A exportação representa por volta de 10% do total de sementes produzidas no país (JANK et al., 2014). A pecuária brasileira ainda é extensiva, cerca de 149,4 milhões de hectares (ha) estão estabelecidos com pastagens (IBGE, 2006) que se encontram em algum estado de degradação, como consequência, reformas de pasto ocorrem em intervalos curtos de anos. Se considerados esses fatores junto ao uso das braquiárias em rotações de cultivos anuais para produção de grãos e consorciadas com a cultura de milho (*Zea mays* L.), o país gera acentuada demanda de sementes de cultivares do gênero *Urochloa*.

O capim-braquiária [*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster] (syn. *Brachiaria decumbens* Stapf.) cv. Basilisk teve considerável expansão nas décadas de 70 e 80 no Brasil devido a adaptabilidade a diversas condições de clima e de solos, ao estabelecimento fácil por sementes, a capacidade produtividade de forragem e ao valor nutricional. Essa gramínea apresenta maior florescimento em dezembro, março e abril (ANDRADE et al., 1983; CANTO et al., 2019) e, conforme a região, duas ou três colheitas de sementes são possíveis por ano. É uma gramínea que apresenta maturação de espiguetas irregular, queda de sementes nas panículas e alta proporção de sementes imaturas (MILES et al., 2004), os quais são fatores que reduzem o rendimento e a qualidade de sementes. Isso causa também estimativas de produtividade de sementes colhidas de panículas pouco precisas. Deve-se ter em conta que forrageiras do gênero *Urochloa* apresentam alta relevância ecológica e agrícola no território brasileiro (JANK et al., 2014; Do VALLE et al. 2015), porém existem poucos estudos em que formas de aplicação e doses de N foram simultaneamente testadas em cultivares deste gênero visando à produção de sementes.

Sabe-se que um dos principais fatores para maximizar a produção de sementes das gramíneas forrageiras é o manejo da adubação nitrogenada (HAMPTON et al., 1987; COOKSON et al., 2000; PERES et al., 2010). As técnicas que vêm sendo pesquisadas para o manejo do N incluem a forma de adubação única e a parcelada e a quantidade de N aplicada

com estas formas de adubação de N. O N pode influenciar componentes da produção associados com o RS, como o NPP, comprimento da inflorescência, número de sementes por inflorescência e o peso de sementes (LOEPPKY e COULMAN, 2001; CANTO et al., 2012). No Brasil relativamente poucos estudos foram conduzidos para determinar respostas ao N aplicado em dose única na produção de sementes do capim-braquiária. Um único ensaio, conduzido em Goiás e em três anos, testou épocas e doses de N aplicadas em dose única em campos de produção de sementes dessa gramínea (CONDÉ e GARCIA, 1988b). Foram testadas doses de N entre 0 e 240 kg ha⁻¹, porém apenas a colheita do outono foi avaliada. Os autores indicaram como mais adequada adubação de N na segunda quinzena de janeiro usando entre 120 e 150 kg N ha⁻¹. Canto et al. (2019), no noroeste do Paraná, com o capim-braquiária, ao avaliarem componentes da produção e o RS em função de regimes de água e doses de N até 75 kg ha⁻¹, aplicadas no rebrote inicial, verificaram na colheita do verão mais alto RS com 75 kg N ha⁻¹, já, na colheita do outono, o mais alto RS foi verificado com doses de N entre 50 e 75 kg ha⁻¹. Entretanto, Peres et al. (2010), trabalhando com a braquiária humidícola [*Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga, syn. *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick.] cv. Comum, testaram doses de N até 100 kg ha⁻¹ por igual em dose única visando estender o período da colheita, ao avaliarem a produtividade e a qualidade de sementes, sugeriram que alta taxa de N pode favorecer o crescimento vegetativo em detrimento da produção de sementes. É importante ressaltar que o incremento na adubação de N pode elevar os custos de produção em campos de produção de sementes de forrageiras. Não se encontram recomendações de pesquisas oficiais sobre a época mais adequada para adubação de N em capim-braquiária com colheitas de sementes no verão e no outono. As recomendações atuais de fertilização para gramíneas forrageiras no Brasil visam unicamente aumentar o rendimento de forragem (COSTA et al., 2006; PIRES, 2006).

Os efeitos da forma parcelada de adubação de N sobre as culturas são, de modo geral, bem conhecidos. Essa técnica visa tentar atender melhor às exigências de N das plantas, atenuar perdas de N para o ambiente e incrementar o RS. A adubação com N próxima ao florescimento em culturas de cereais, independentemente de ser aplicada de forma única ou parcelada, pode favorecer estruturas reprodutivas das plantas. O N disponível no solo pode influenciar a composição química, a formação do embrião, as estruturas de reserva e a qualidade de sementes (KOLCHINSKI e SCHUCH, 2004). Além disso, correlação positiva entre o teor de proteína bruta e o vigor de sementes são frequentemente constatadas (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988). O parcelamento do N tem sido uma prática eficaz para aumentar o RS das gramíneas de

inverno (HAMPTON et al., 1987; COOCKSON et al., 2000). Chadhokar e Humphreys (1973), em *Paspalum plicatulum* cv. Rodds Bay, e Catuchi et al. (2017), em braquiária humidícola, mostraram que essa técnica foi eficaz para melhorar a nutrição nitrogenada da cultura e a produção de sementes. Catuchi et al. (2013) observaram maior incremento no RS de braquiária humidícola cv. Llanero com adubação de N entre 127 e 154 kg ha⁻¹ aplicadas de forma parcelada. Contudo, os efeitos da adubação parcelada de N são desconhecidos nos componentes de rendimento e no RS em capim-braquiária.

1.1 Hipótese

Em culturas de capim-braquiária para produção de sementes a adubação parcelada de N aplicada no rebrote inicial e previamente ao florescimento, comparada à adubação de N em dose única aplicada no rebrote inicial, poderia manter o RS com doses menores de N.

Uma outra hipótese foi testada em experimento complementar em casa de vegetação em vasos, a de que o capim-braquiária apresenta resposta na produção de sementes submetido a aplicação de calcário e a formas de manejo e doses de adubação de N.

1.2 Objetivos

Os objetivos deste estudo foram determinar os efeitos da adubação de N em dose única ou parcelada na produção de sementes em culturas de capim braquiária em dois experimentos: um de campo e outro em condições controladas de casa de vegetação.

No experimento de campo, os objetivos específicos foram: 1) determinar diferenças no RS, em componentes de rendimento de sementes e na qualidade de sementes entre duas formas de aplicação (dose única ou parcelada) e entre doses de N; 2) avaliar correlações simples entre componentes de rendimento com o RS.

No experimento conduzido em casa de vegetação o objetivo foi avaliar os componentes de rendimento de sementes e o RS por vaso em resposta a calagem e a doses de N aplicadas de forma única ou parcelada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição geral do capim-braquiária cv. Basilisk

As espécies de braquiárias pertencem ao gênero *Urochloa*, tribo *Paniceae*, subfamília *Panicoidae* e família *Poaceae*. O gênero *Urochloa*, anteriormente denominado *Brachiaria*, abrange aproximadamente 80 espécies encontradas nas regiões tropicais e subtropicais do hemisfério Sul e Norte do globo (TSVELEV, 1984). Renvoize et al. (1996) mencionam que as braquiárias contam aproximadamente 100 espécies, cujo centro de origem é o continente africano. As espécies de *Urochloa* têm sido utilizadas em atividades antrópicas há milênios, como em áreas de pastejo na África (MILLES et al., 2004). Devido a sua alta adaptabilidade ao clima, propagação por sementes e produtividade em solos que se encontram relativamente ácidos (ZIMMER et al., 1988), as braquiárias se difundiram nas regiões tropicais e subtropicais dos continentes contribuindo significativamente para o desenvolvimento da pecuária na América do Sul. Velasco (2011) cita dentre as espécies que foram mais utilizadas para pastagem a *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. arrecta*, *B. brizantha*, *B. ruziziensis*, *B. mutica* e o híbrido *B. arrecta x B. mutica* (Tangola). Nas décadas de 70 e 80 as espécies do gênero *Urochloa* tiveram significativa expansão na América Tropical. No Brasil, as braquiárias trazidas da África gradativamente substituíram o capim gordura (*Melinis minutiflora*) e o capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) (ZIMMER et al., 1988). Estima-se que cerca de 80% das pastagens de braquiárias no Brasil são de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Urochloa decumbens* cv. Basilisk (ANDRADE, 2001).

O capim-braquiária, anteriormente denominado *Brachiaria decumbens*, passou a ser denominado como *Urochloa decumbens*. No entanto, Renvoize et al. (1996) consideram que os critérios descritos atualmente em relação ao gênero e espécies de *Urochloa* ainda não se encontram satisfatoriamente elucidados. O capim-braquiária cv. Basilisk é nativo da região dos Grandes Lagos em Uganda (África), sendo introduzido nas condições australianas em 1930 por sementes trazidas de Uganda (BOGDAN, 1977; SKERMAN e RIVEROS, 1990). Atualmente o capim-braquiária cv. Basilisk é possivelmente o mais cultivado na América do Sul. É cultivado também em regiões do Sudeste Asiático (Do VALLE et al, 2010). A espécie *Urochloa decumbens* possui outra cultivar denominada IPEAN (SIMÃO NETO e SERRÃO, 1974), porém foi muito pouco difundida.

O capim-braquiária é perene, sua altura pode atingir entre 0,6 e 1,0 m. Ele apresenta hábito de crescimento cespitoso decumbente, sistema radical vigoroso e rizomas em formato de nódulos, colmos cilíndricos a ovalados, retos ou decumbentes e glabros a hirsutos, podendo conter 6,0 a 18 entrenós (BOGDAN, 1977). O limbo foliar é linear-lanceolado, podendo medir 40 centímetros (cm) de comprimento e 20 milímetros (mm) de largura (SENDULSKI, 1978). A coloração das folhas verdes é dependente da idade e estado nutricional, especialmente do N. A inflorescência é uma panícula que frequentemente apresenta entre 2,0 a 3,0 racemos. As espiguetas encontram-se dispostas em fileira dupla e possuem formato oblongo-elípticas, são pilosas em seu ápice. A espiguetas é formada por glumas com dois floretes.

A gramínea possui valor alimentício intermediário e crescimento vigoroso de perfilhos durante a primavera/verão (BOGDAN, 1977; SKERMAN e RIVEROS, 1990; KELLER-GREIN et al., 1996). O capim-braquiária é suscetível ao ataque de espécies de cigarrinhas-das-pastagens que tornam a forragem seca com aspecto amarelecido/marrom (PACIULLO et al., 2016). A fotossensibilização hepatógena é encontrada em pastos dessa gramínea, sendo causada por toxina produzida pelo fungo *Pithomyces chartarum* que causa dermatites e lesões em bovinos e ovinos (SCHENK e SCHENK, 1983). Essa gramínea tem sido definida como planta de dia logo nas latitudes altas (HOPKINSON et al., 1996). Contudo, Andrade (1994) sugeriu que na região Central do Brasil a espécie comporta-se como planta de dias neutros.

Stür e Humphreys (1987) sugerem que os perfilhos iniciais são os que mais contribuem para o RS e que os perfilhos tardios podem sofrer supressão competitiva, o que os torna propensos a não produzirem panículas. Andrade et al. (1983), em Brasília, no Distrito Federal, verificaram que o florescimento ocorreu entre 7 e 10/12 na colheita de verão e entre 6 e 20/3 na colheita de outono. O capim-braquiária possui prolongada emissão de inflorescências e abscisão de sementes como fatores que contribuem para baixa produção de sementes (CANI, 1980; ANDRADE, 1994; SOUZA, 1999). A remoção de resíduos culturais pós-colheita de sementes é prática de manejo recomendada para o capim-braquiária, pois promove mais rápido crescimento de perfilhos e aumento de perfilhos férteis e no RS (ANDRADE, 1994; STUR e HUMPHREYS, 1988), mas pode causar balanço de N negativo na área para o capim-braquiária (ALMEIDA, 2015).

2.2 Adubação nitrogenada aplicada em dose parcelada na produção de sementes

A crescente intensificação na pecuária brasileira tem exigido dos diferentes segmentos, dentre eles os produtores de sementes forrageiras, alterações em práticas culturais nos campos de produção para aprimorar o processo produtivo, particularmente no que se refere a adubação nitrogenada. O manejo da adubação nitrogenada é de grande importância, pois dele depende a produtividade de sementes, permite melhor estabilidade na produtividade, impacta os custos de produção e o ambiente físico e químico dos solos, podendo estar associado a poluição ambiental.

Em gramíneas cultivadas para produção de sementes o N é um nutriente crucial para o crescimento vegetativo e o desenvolvimento reprodutivo. Em cereais de inverno para produção de grãos/sementes, o N aplicado de forma fracionado destaca-se dentre as estratégias que almejam aumentar a eficiência na adubação das sementes produzidas. Dentre as principais vantagens do fracionamento da adubação de N descritas na literatura destaca-se a redução de perdas de N causada por lixiviação, menor acamamento de plantas, a influência na decomposição e na mineralização da matéria orgânica das folhas caídas no crescimento da cultura e na dos restos culturais no pós-colheita, ocasiona frequentemente melhor absorção de N pelas gramíneas e pode influenciar a concentração de N no grão/semente (SOWERS et al., 1994; CHEN et al., 2015). Uma outra vantagem que se pode destacar com essa prática é que se pode atingir, ou mesmo manter, um determinado patamar de RS usando-se adubação de N menor.

Nas mais importantes culturas de cereais; dentre estas a de trigo (*Triticum aestivum* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) e a de milho, um número considerável de experimentos investigaram adubações parceladas de N. Em azevém perene (*Lolium perenne* L.), uma das mais importantes gramíneas de estação fria usada como planta forrageira, se encontram disponíveis vários estudos que testaram o parcelamento do N no RS (HAMPTON, 1987; YOUNG III et al., 1996; COOKSON et al., 2000; KOERITZ et al., 2013). Para o caso da braquiária humidícola, os efeitos do parcelamento da adubação de N sobre o RS podem ser examinados nos experimentos conduzidos por Peres et al. (2010) e por Catuchi et al. (2017). Ao que se saiba, em capim-braquiária, não se encontram pesquisas que investigaram adubações parceladas de N em campos de produção de sementes. A seguir, são discutidos alguns dos efeitos dessa prática em componentes de rendimento, na qualidade de sementes e no RS em culturas de gramíneas forrageiras.

Hampton et al. (1987), nas condições da Nova Zelândia, avaliaram os efeitos de épocas e doses de N na forma de ureia em azevém perene cv. Grasslands Nui sobre componentes do rendimento e no RS. Foi constatado que a adubação de N única no outono e a adubação de N parcelada entre o outono e a primavera reduziu o RS, se comparada com a adubação única de N aplicada na iniciação de espiguetas na primavera. Eles indicaram que a redução no RS foi devido aos números menores de sementes retidas por espiguetas, conquanto não foi observado alteração nos demais componentes de rendimento.

Young III et al. (1999) investigaram o manejo do N em três forrageiras ao avaliarem os efeitos da aplicação de 120 kg N ha⁻¹ em dois estádios (“double ridge” e iniciação de espiguetas) e a mesma adubação parcelada igualmente nestes estádios nos componentes de rendimento e no RS. Em *Festuca rubra* a época de adubação de N influenciou a MS ha⁻¹ e os números de floretes e espiguetas por panícula, mas não influenciou o RS. Houve interação entre anos para os efeitos da época de adubação de N no RS, índice de colheita, nas sementes totais m⁻² e nas sementes por panícula. Para a *Festuca arundinacea*, a época de adubação de N influenciou o RS, a MS total ha⁻¹ e os números de sementes m⁻² e de espiguetas por panícula. Nessa mesma forrageira, o atraso na adubação de N do estádio “double ridge” para o estádio iniciação de espiguetas reduziu o RS e a MS ha⁻¹, mas o peso individual das sementes foi maior quando o N foi aplicado na iniciação de espiguetas, se comparado com o N aplicado no estádio “double ridge”. Os autores verificaram também que o parcelamento do N não teve vantagem no RS, em comparação ao N aplicado no estádio “double ridge”. No caso do *Dactylis glomerata*, a época de adubação de N teve efeito no RS, na MS total ha⁻¹, números de sementes e perfilhos férteis m⁻² e no peso por semente.

Cookson et al. (2000), na Nova Zelândia, em azevém perene irrigado, testaram manejos combinados de épocas e de doses de N na produção de sementes. Eles citam que nas condições desse país em campos de produção de sementes a adubação de N na primavera (no estádio de iniciação de espiguetas) visa, principalmente, atender à exigência de N para o desenvolvimento reprodutivo. Eles foram hábeis em demonstrar, com as médias dos resultados, que o aumento do N ocasionou incremento linear no RS, RS relativo, na MS ha⁻¹ e nos números de perfilhos férteis m⁻² e de sementes por inflorescência. No que se refere a qualidade de sementes, eles relataram que o N teve efeito positivo na massa de mil sementes, concentração de N na semente e no peso de plântula, porém teve efeito negativo na proporção de sementes com peso inferior a 1,85 g de massa de mil sementes. Eles citam também que componentes da qualidade de sementes foram maximizados usando-se o manejo do N com 150 kg ha⁻¹ aplicado

no outono, final do inverno e na primavera e que os incrementos na MS ha⁻¹ na colheita foram correlacionados com o RS.

Na tentativa de se obter melhor eficácia no manejo do N combinado com reguladores do crescimento de plantas no RS do azevém perene, Koeritz et al. (2013), em Minnesota-Estados Unidos, nos anos de 2009 e 2010, testaram formas de adubação de N (dose única, duas aplicações e três aplicações), cinco reguladores de crescimento de plantas e duas doses de N (56 e 100 kg ha⁻¹). O método de aplicação de N em três vezes apresentou melhoria entre 6 a 20% no índice relativo SPAD. Eles observaram também, no ano de 2010, com o parcelamento do N em três vezes, redução entre 8 a 19% na biomassa de plantas e de 25% no acamamento na cultura, por outro lado, foram constatados incremento entre 2 e 3% no índice de colheita e de 4% no vigor de germinação de plântulas.

Nas condições da China, Wang et al. (2013) quantificaram o RS em uma gramínea perene rizomatosa [*Leymus chinensis* (Trin.)] em resposta a épocas de adubação de N: início do estágio vegetativo, meados do estágio vegetativo e final da estação de crescimento e a doses de N (0, 28 e 56 kg ha⁻¹). Os autores obtiveram incremento de 28% no número de inflorescências m⁻² com a adubação no início do estágio vegetativo, em relação a adubação no final da estação de crescimento. Na dose de N de 56 kg ha⁻¹ tiveram-se aumentos de 118% no número de inflorescências m⁻², 65% nas sementes por inflorescência, 9% no peso de mil sementes e de 121% na densidade de perfilhos no outono, comparado com a ausência de N. A época de adubação de N teve pouco efeito sobre as sementes por inflorescência e no peso de mil sementes e que o incremento na densidade de inflorescências foi associado com o incremento na densidade de perfilhos no outono.

Catuchi et al. (2017), em São Paulo, em braquiária humidícola, testaram métodos de manejo do N na qualidade de sementes, no RS e na eficiência da adubação no RS. Os métodos consistiram na ausência da adubação de N e na adubação parcelada do N em cobertura em quatro épocas (150 kg ha⁻¹ na fase vegetativa, 150 kg ha⁻¹ no estágio de iniciação de panículas, 100 kg ha⁻¹ na fase vegetativa + 50 kg ha⁻¹ no estágio de iniciação de panículas e 50 kg ha⁻¹ na fase vegetativa + 100 kg ha⁻¹ no estágio de iniciação de panículas). Entre os métodos de manejo testados, destacou-se, no RS, a adubação de N de 100 kg ha⁻¹ na fase vegetativa acrescida de 50 kg N ha⁻¹ na iniciação de panículas, que atingiu 64,2% ou 136 kg ha⁻¹ maior que na adubação nula de N e média de 22,5% ou 64 kg ha⁻¹ maior que nos outros métodos de adubação de N. Eles citam que a concentração de N nas plantas, absorção de N, o índice de colheita e a eficiência de uso de N foram influenciadas pelo manejo do N. Nesse estudo, a germinação de

sementes foi positivamente influenciada pelo N, independente do manejo da adubação de N, mas os tratamentos não afetaram a MS ha⁻¹ na colheita. Concluíram que, em média, a viabilidade das sementes foi maior nos manejos de adubação em que todo, ou a maioria do N, foi aplicado no estágio de iniciação de panículas.

2.3 Adubação nitrogenada aplicada em dose única na produção de sementes

A adubação de N de forma única traz consigo vantagens operacionais como menores custos com mão-de-obra, menores dispêndios de máquinas e horas de trabalho e pode causar pouco ou nenhum prejuízo por acamamento de plantas para produção de grãos/sementes. Nas culturas de gramíneas forrageiras em adubações únicas de N também se reduzem os riscos de baixa disponibilidade de N no solo que durante a fase vegetativa pode prejudicar o perfilhamento e a iniciação floral, reduzindo, em decorrência, a produção de inflorescências, o número de sementes produzidas por inflorescência e o RS, particularmente nas gramíneas que possuem ciclo de produção de sementes relativamente curto. Por outro lado, em geral, a adubação dividida de N pode melhorar a absorção de N pela cultura, sincronizar melhor a demanda de N para as plantas durante o crescimento vegetativo e durante o desenvolvimento reprodutivo, causar menor perda deste nutriente para o ambiente e, assim, se poderiam obter incrementos na eficiência da adubação de N na produção de grãos/sementes.

A adubação de N em dose única, especialmente com doses altas, parte do N do fertilizante pode ser lixiviado nos poros do solo e pode ser também imobilizado na matéria orgânica do solo, considerando-se que posteriormente venha ser novamente disponibilizado por mineralização e novamente ser absorvido e reutilizado pela cultura. Entretanto, esse último processo de mineralização de N depende de muitos fatores no solo, de manejo e de ambiente e ele se dá em graus de rapidez bastante variados, podendo a cultura ser beneficiada ou não pelos processos de imobilização e mineralização do N. Esses processos referidos são complexos e foram muito pouco estudados em áreas de produção de sementes das cultivares de *Urochloa*. É sabido que em culturas de gramíneas forrageiras que se encontram no estágio vegetativo o N é crucial para promover altas taxas fotossintéticas por unidade de área na cultura, rápido perfilhamento inicial e o crescimento e desenvolvimento da área foliar, os quais impactam a produção de sementes.

Culturas de gramíneas perenes para produção de sementes em solos de texturas mais arenosas, com baixos teores de matéria orgânica, em regiões sujeitas a chuvas intensas e com histórico de adubações baixas de N, são propensas a terem deficiências de N, sendo necessário suprimento de N pela adubação no rebrote inicial. Embora no Brasil não se tenha estatísticas governamentais, sabe-se que parcela considerável das áreas utilizadas na produção de sementes do gênero *Urochloa* e da espécie *Panicum maximum* estão em solos predominantemente com textura arenosa ou franco-arenosa, os quais normalmente se encontram com baixos teores de matéria orgânica e de N. No Brasil e em muitos países em regiões com clima tropical, a despeito da importância agrícola das culturas de braquiárias, relativamente poucos foram os trabalhos em que doses de N de forma única foram avaliadas em ensaios com gramíneas de estação quente para produção de sementes (CARMO et al., 1988; CONDÉ e GARCIA, 1988a; CONDÉ e GARCIA, 1988b; GOBIUS et al., 2001; CANTO et al., 2016; e CANTO et al., 2019).

Condé e Garcia (1988a), no Estado de Goiás, em *Panicum maximum* cv. Colômbio, ao avaliarem doses de sulfato de amônio (0, 30, 60, 120 e 240 kg N ha⁻¹) aplicadas em três épocas (nas segundas quinzenas de outubro e de novembro e no início do primórdio floral) observaram que o aumento do N em todas as épocas beneficiou o RS aparentes, RS puras viáveis, a MS ha⁻¹ na colheita, o comprimento da inflorescência, a densidade de inflorescência m⁻² e parâmetros de qualidade de sementes (valor cultural, percentagem de germinação e percentagem de emergência de plântulas). Eles indicaram como mais apropriada adubação de 120 kg N ha⁻¹ na segunda quinzena de novembro para o RS puras viáveis.

Condé e Garcia (1988b), também em Goiás, durante ensaio conduzido durante quatro anos com o capim-braquiária, investigaram os efeitos da adubação de N em dose única nos componentes do rendimento, na qualidade de sementes e no RS. Foram testadas as doses de N 0, 30, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹ aplicadas em três épocas (segunda quinzena de janeiro, primeira quinzena de fevereiro e na segunda quinzena de fevereiro). Considerando-se o RS, eles indicaram como mais adequadas doses de N entre 120 e 150 kg ha⁻¹ na segunda quinzena de janeiro. Ainda com relação a esse ensaio, foi verificado que o aumento no N teve efeito benéfico sobre o RS aparentes, RS puras viáveis, na produção de MS ha⁻¹, densidade de inflorescências, percentagem de sementes germinadas e sobre o valor cultural.

Na Tailândia, Gobius et al. (2001) conduziram estudo com o capim-braquiária durante um ano objetivando avaliar componentes de rendimento, a qualidade de sementes e o RS. As doses de N testadas foram 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de N, as quais foram todas aplicadas em dose única. Foram verificados efeitos significativos da adubação de N somente na densidade de

inflorescência e no RS. Nesse ensaio as aplicações de N não afetaram a MS ha⁻¹ na colheita final e o número de sementes por inflorescência.

Em Umuarama, no Estado do Paraná, em um solo em que a fertilidade no solo se encontrava relativamente alta, Canto et al. (2019) avaliaram o ciclo de produção de sementes de outubro de 2009 a janeiro de 2010 e o de fevereiro a maio de 2010 do capim-braquiária. Foram investigados dois regimes de água (irrigado e não-irrigado) e as doses 0, 25, 50 e 75 kg N ha⁻¹ em dose única no rebrote inicial após o rebaixamento das plantas, as quais foram aplicadas para ambos os CPS. Nesse estudo os regimes de água não afetaram a produtividade de sementes em ambos os CPS possivelmente devido as quantidades de chuvas que ocorreram no período experimental. Os autores mostraram que a elevação na adubação de N para ambas as colheitas elevou o RS, o número de sementes por área, a MS ha⁻¹ e a densidade de perfilhos com panículas, porém a adubação de N não influenciou a massa de mil sementes e o número de sementes por panícula. Nesse estudo foi reportado que as datas de início de florescimento, da antese e da colheita, o comprimento de panícula, a altura de plantas e os números de folhas verdes e senescentes por perfilho não foram afetados pela adubação de N até 75 kg ha⁻¹ por colheita. Eles sugeriram como mais indicadas para se atingir os maiores RS adubação de N de 75 kg ha⁻¹ para a colheita de janeiro, e entre 50 e 75 kg ha⁻¹ para a colheita de maio.

2.4 Efeitos da adubação nitrogenada sobre componentes da qualidade de sementes em gramíneas tropicais

Os principais componentes da qualidade de sementes são a pureza física, massa de mil sementes, a porcentagem de germinação de sementes e a taxa de crescimento de plântulas. Diversos fatores podem afetar esses componentes em gramíneas tropicais, dentre estes os fatores genéticos, sanitários e fisiológicos. O ambiente durante o crescimento da cultura, a época de colheita, o beneficiamento e armazenamento também podem afetar a qualidade das sementes. As pesquisas têm mostrado em alguns cereais que as aplicações mais tardias de N podem proporcionar melhorias no peso e sobre a concentração de N das sementes produzidas relativamente as aplicações de N na semeadura. Não há, no entanto, confirmação experimental para essa hipótese para o caso do capim-braquiária. Além disso, pouco se sabe sobre os efeitos do aumento da adubação de N sobre componentes da qualidade de sementes, assim como sobre a concentração de N ou mesmo no tamanho de sementes em gramíneas do gênero *Urochloa*.

Em muitas gramíneas tropicais ocorre desenvolvimento pouco sincronizado de inflorescências (HOPKINSON et al. 1996). Uma decorrência disso é que parte das sementes, por ocasião da colheita, não apresentam maturidade fisiológica adequada ou são de pequeno tamanho. O N é parte de biomoléculas nas plantas e sua concentração e mobilização nos tecidos das plantas durante a fase de enchimento de sementes pode afetar o teor de N nas sementes, em decorrência pode afetar também a qualidade, visto que durante a germinação as reservas de carbono e de N são utilizadas para o desenvolvimento e manutenção das plântulas, até a autotrofia (BUCKERIDGE et al., 2004). Cazetta et al. (2008), em trigo, verificaram interação positiva entre a adubação nitrogenada e a concentração de proteína bruta. Carvalho e Nakagawa (1988), também em trigo, relataram correlação positiva entre a concentração de proteína bruta e o vigor de sementes. Entretanto, Kolchinski e Schuch (2004), em aveia branca (*Avena sativa* L.), verificaram que doses de 0, 24, 48 e 73 kg N ha⁻¹ não influenciaram na qualidade de sementes. Catuchi et al (2013) obtiveram resultados positivos na germinação e na pureza de sementes ao testarem efeitos combinados na adubação de N e de potássio em braquiária humidícola. Gobbius et al. (2001), ao avaliarem o capim-braquiária, não encontraram efeito da adubação de N até 200 kg ha⁻¹ na pureza física, na porcentagem de germinação e na viabilidade de sementes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local, clima e solo

O estudo sob condições de campo abrangeu o ciclo de produção de sementes do outono (fevereiro – junho de 2017) e do verão (agosto de 2017 – janeiro de 2018) do capim-braquiária. Durante o ciclo de produção de sementes do outono (fevereiro – junho) de 2018 ocorreu estiagem severa em meados de março que perdurou durante as fases de florescimento e enchimento de sementes e, por este stress de água na cultura, optou-se pela não coleta de dados.

Esse estudo foi implantado no campus da Universidade Estadual de Maringá (UEM) (longitude 53°17', latitude 23°44'' e com altitude de 480 m) no município de Umuarama, e foi realizado sob condições naturais de precipitação pluvial. Essa área de capim-braquiária foi estabelecida por ressemeadura natural em 2005, não tendo sido aplicada nenhuma adubação prévia a condução do experimento. No ano anterior a 2005 a cultura de milho foi estabelecida na área com o plantio direto. Nos anos que antecederam a condução do trabalho eram feitos controle manual de plantas invasoras e rebaixamentos usando-se roçadeira na gramínea para evitar a presença de animais peçonhentos e incêndios, deixando-se sob a superfície do solo os resíduos das plantas para decompor, evitando-se, assim, remoções de matéria orgânica e nutrientes.

A área experimental do campus de Umuarama da UEM está localizada na região noroeste do Estado do Paraná, a qual é conhecida como Arenito Caiuá e por conter grande parte dos rebanhos de bovinos do estado (PELLINI et al., 1996). O estudo suplementar foi em casa de vegetação em vasos (janeiro – junho de 2018) em outro campus da UEM, no município de Maringá (longitude 51°91', latitude 23°49'' e com altitude de 514 m), cujo solo foi coletado em local que distava por volta de 30 m da área do experimento conduzido sob condições de campo no campus da UEM em Umuarama.

O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico (SANTOS et al., 2006), um dos tipos de solos mais comuns no noroeste do estado. Em setembro de 2016 amostra de solo foi coletada na camada de profundidade 0,0-0,2 m e analisada para determinar as características químicas do solo (Tabela 1). Essa Tabela demonstra que a condição de fertilidade encontrada no solo era baixa, sobretudo se considerarmos a capacidade troca de cátions (CTC) e as concentrações de fósforo (P) e potássio (K).

Tabela 1. Caracterização química e análise granulométrica na profundidade de 0,0-0,2 m no solo do campo experimental.

Características	Profundidade do solo (m)
	0,00 – 0,20
pH H ₂ O	5,7
pH CaCl ₂	4,8
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,09
H+Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,16
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,07
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,16
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,12
CTC (cmol _c dm ⁻³)	7,79
V (%)	46,66
P (mg dm ⁻³)	0,23
Cu ²⁺ (mg dm ⁻³)	1,16
Fe ²⁺ (mg dm ⁻³)	148,35
Mn ²⁺ (mg dm ⁻³)	78,43
Zn ²⁺ (mg dm ⁻³)	3,18
Areia (g kg ⁻¹)	790
Silte (g kg ⁻¹)	30
Argila (g kg ⁻¹)	180
Classe textural	Franco arenosa

V=saturação de bases; P e K extraídos com Mehlich 1; Ca, Mg e Al extraídos com KCl 1,0 mol L⁻¹; pH determinado em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ 1:2,5; H+Al determinado pelo método SMP e; Cu, Fe Mn e Zn extraídos com extrator Mehlich 1.

O clima dessa região é o subtropical úmido, do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen (MAACK, 1968), cujas chuvas anuais variam entre 1000 - 1500 mm (WREGGE et al., 2011). Os volumes de chuvas normalmente são maiores nos meses mais quentes de outubro-março (aproximadamente 70% do volume total anual), porém chuvas erráticas e estiagens temporárias durante a estação de crescimento do capim-braquiária (meados de setembro-abril) são relativamente frequentes. As médias de temperaturas médias, máximas e mínimas e a precipitação pluvial no ciclo de produção de sementes do outono e do verão são demonstradas nas Figuras 1 e 2. Os dados climáticos referentes ao trabalho em Umuarama foram obtidos na Estação Meteorológica do Simepar que dista por volta de 10 km da área experimental.

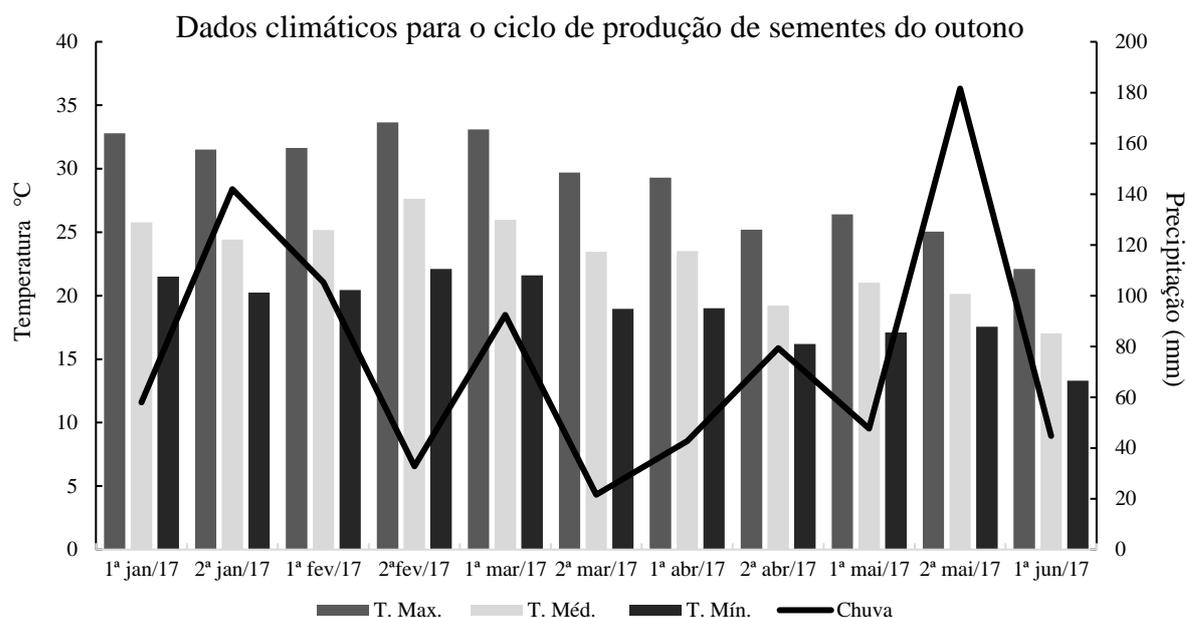


Figura 1. Médias de temperaturas máximas (T. Max.), médias (T. Méd.), mínimas (T. Mín) e precipitação durante o ciclo de produção de sementes do outono.

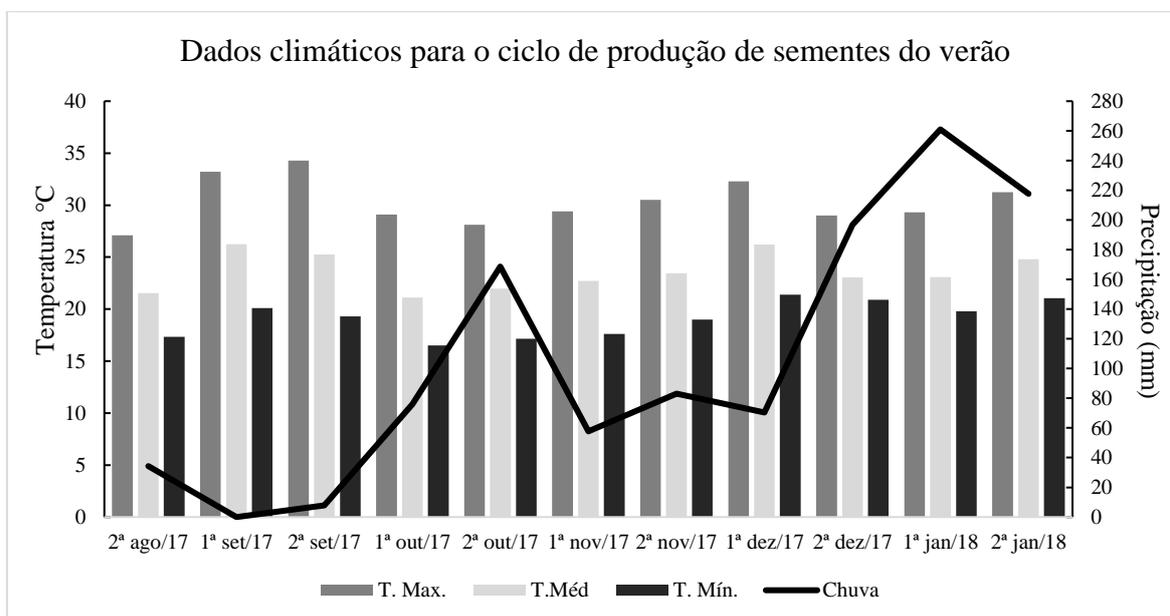


Figura 2. Médias de temperaturas máximas (T. Max.), médias (T. Méd.), mínimas (T. Mín) e precipitação durante o ciclo de produção de sementes do verão.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Para o estudo sob condições de campo o delineamento experimental foi um esquema fatorial (2,0 x 5,0) em blocos completos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram duas formas de aplicação (dose única e parcelada – 1^o fator) e cinco doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ – 2^o fator). As doses de N únicas 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ foram aplicadas no rebrote inicial já, as doses parceladas de N fracionadas igualmente (0, 15 + 15, 30 + 30, 45 + 45 e 60 + 60 kg ha⁻¹) foram aplicadas no rebrote inicial e por volta de 3,0 semanas antes do florescimento pleno (antese). A fonte de N foi o nitrato de amônio granular (340 g N kg⁻¹), o qual foi aplicado nas parcelas manualmente em cobertura e sem incorporação ao solo. As doses de N adotadas deveram-se a trabalhos prévios conduzidos no Estado de Goiás (CONDÉ e GARCIA, 1988b) e em Umarama no Paraná (CANTO et al., 2019) que indicaram respostas ao N maiores que 70 kg ha⁻¹ no RS do capim-braquiária. A adubação de N foi aplicada nas parcelas para o ciclo de produção de sementes do outono em dose única em 03 de março de 2017 e em dose parcelada em 03 de março (primeira fração) e em 21 de março de 2017 (segunda fração), e para o ciclo de produção de sementes do verão em dose única em 24 de outubro de 2017 e em dose parcelada em 24 de outubro (primeira fração) e em 24 de novembro de 2017 (segunda fração). A área experimental foi dividida em 40 parcelas de 25 m² (5,0 x 5,0 m). As mesmas parcelas foram usadas para ambos os ciclos de produção de sementes.

Para o ensaio em casa de vegetação o delineamento experimental foi um esquema fatorial (2,0 x 2,0 x 5,0) em blocos completos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram a ausência e a aplicação de calcário (equivalente a 2500 kg ha⁻¹ de calcário), com CaO 28,0%; MgO 18,5% e poder relativo de neutralização total (PRNT) de 75,2% (1^o fator), as mesmas duas formas de aplicação (2^o fator) e doses de N (3^o fator) equivalentes as testadas no estudo conduzido sob condições de campo. O tratamento de calagem recebeu calcário dolomítico correspondente a aplicação de 2500 kg ha⁻¹ no estudo sob condições de campo para o ciclo de produção de sementes do verão. O calcário, diferentemente do estudo a campo, foi incorporado ao solo dos vasos que foram umedecidos e passaram por um processo de incubação de 30 dias previamente a semeadura. As doses de N aplicadas de forma parcelada foram também fracionadas em duas aplicações iguais em 02 de março (no rebrote inicial após o corte de desbaste) e em 02 de abril de 2018 (por volta de 2,0 semanas antes do florescimento). Nesse ensaio, foram usados 80 vasos pretos. A fonte de N também foi o nitrato de amônio granular.

3.3 Práticas culturais

Nas parcelas em 17 de fevereiro (para o ciclo de produção de sementes do outono) e em 18 de agosto de 2017 (para o ciclo de produção de sementes do verão) e novamente em fevereiro de 2018 as culturas foram rebaixadas a 10 cm do solo usando-se roçadeira modelo Triton rebocada por trator. As plantas cortadas foram removidas das parcelas usando-se rastelos por volta de 4-8 dias após o corte de rebaixamento. O rebaixamento drástico e a remoção das plantas são práticas indicadas para o capim-braquiária devido a que podem beneficiar o perfilhamento inicial e o RS (STÜR e HUMPHREYS, 1988). A liteira sob a superfície do solo não foi removida. Entretanto, não se encontram disponíveis na literatura informações sobre a época de rebaixamento mais apropriada em áreas de capim-braquiária para a produção de sementes.

Em 7 de março (para o ciclo de produção de sementes do outono) e em 24 de outubro de 2017 (para o ciclo de produção de sementes do verão) foram aplicados 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 60 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio em cobertura e sem incorporação ao solo para elevar a fertilidade no solo e devido à exportação de nutrientes com a remoção das plantas. Para o ciclo de produção de sementes do verão em setembro de 2017 foi aplicado dose de calcário equivalente a 2500 kg ha⁻¹ (CaO 28,0%; MgO 18,5% e PRNT 75,2%) em superfície e sem incorporação ao solo em todas parcelas experimentais. O controle de plantas invasoras foi feito por arranque manual e capina com enxada. No período experimental constatou-se infestação de cigarrinhas das pastagens em ambos os ciclos de produção de sementes, porém não foi usado qualquer produto para o controle pelo fato de que as plantas se mantinham vigorosas.

No ensaio em casa de vegetação, na semeadura (04/01/2018), cada vaso plástico contendo 6,0 kg de solo, cujo período de incubação foi de 30 dias, recebeu 40 sementes que foram incorporadas ao solo à profundidade de 1,0 cm. Após 30 dias, em 05 de fevereiro de 2018, fez-se o desbaste deixando-se 10 plantas por vaso e o corte das plantas foi realizado a 10 cm acima do solo do vaso. Depois dessa prática, irrigações com água foram aplicadas regularmente em cada vaso.

3.4 Amostragens e análises de plantas

No estudo a campo, em 20 plantas escolhidas ao acaso foram realizadas estimativas do conteúdo de clorofila usando-se medida direta com clorofilômetro em unidades SPAD (medida do teor relativo de clorofila) na época da antese em 14 de abril de 2017 (ciclo de produção de sementes do outono) e em 15 de dezembro de 2017 (ciclo de produção de sementes do verão) em um ponto na porção central das duas últimas folhas expandidas (folhas com lígula exteriorizada).

Nas parcelas, a data da antese foi registrada mediante exame semanal a partir do início dos meses de abril e de dezembro tomando por base o critério quando por volta de 30% dos perfilhos com a estrutura reprodutiva no topo apresentassem nas panículas anteras e estigmas exteriorizados.

As sementes foram colhidas na maturidade em 03 de junho para o ciclo de produção de sementes do outono de 2017 e em 22 de janeiro para o ciclo de produção de sementes do verão de 2018. A época de colheita foi definida entre 32 a 38 dias após o início do florescimento conforme indicação para o capim-braquiária na literatura (CASTRO et al., 1994). Entretanto, tiveram-se atrasos em ambas as colheitas devido às chuvas nos dias prévios. Na colheita, fez-se a contagem do NPP e do total de perfilhos com auxílio de um quadro metálico de 1,0 m² (1,0 x 1,0 m) alocado na porção central da parcela. O número de perfilhos vegetativos foi obtido subtraindo-se o NPP do total de perfilhos. Nessa mesma área cortou-se com tesoura todas as panículas completamente exteriorizadas, as quais foram colocadas em sacos de papel para serem armazenadas. Nessa amostragem os perfilhos que tinham panículas parcialmente exteriorizadas não foram contados e suas panículas também não foram cortadas. Após 5,0-6,0 meses, todas as sementes das panículas amostradas foram trilhadas manualmente. A estimativa da MS ha⁻¹ na colheita final foi realizada com 2,0 quadros metálico de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²) alocados próximos da área central de cada parcela. Essas amostras foram secadas em estufa arforçado a 60°C até massa constante e a seguir, foram pesadas para a determinação da MS ha⁻¹, a qual foi expressa em kg de MS ha⁻¹.

Para a avaliação dos números de espiguetas e de sementes por panícula todas as espiguetas e sementes da área de 1,0 m² amostrada na colheita foram submetidas a operação de separação com o soprador de sementes (modelo South Dakota). Foram consideradas espiguetas as que se apresentavam vazias ou parcialmente cheias. Foram consideradas sementes as que se apresentavam cheias após a separação. As sementes foram pesadas, e o RS foi corrigido para

120 g kg⁻¹ de umidade baseando-se em Hare et al. (2005), sendo expresso em kg ha⁻¹. As espiguetas e sementes foram contadas e divididas pelo NPP, o que permitiu a determinação dos números de espiguetas e de sementes por panícula. A massa de mil sementes foi avaliada com amostras dessas sementes conforme a metodologia descrita em BRASIL (2009). O índice de colheita foi determinado dividindo-se o RS pela MS ha⁻¹ final na colheita.

Neste estudo foram definidos a massa de mil sementes e a germinação para determinar os componentes da qualidade de semente. Para a determinação da germinação de sementes, as amostras de sementes foram submetidas às operações manuais de descascamento das glumas (lema e pálea) com o auxílio de bisturi. A remoção das glumas das cariopses teve a finalidade de facilitar a absorção de água e oxigênio para antecipar a protusão da radícula, antecipando o processo de germinação da semente (CARNEIRO, 1994).

Após essas etapas, o teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, por parcela, usando-se caixas gerbox transparentes e folhas de papel germitest umedecidas com água deionizada conforme a exigência descrita pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O teste de germinação de sementes foi realizado somente para o experimento conduzido sob condições de campo. As caixas gerbox foram mantidas em germinador durante 7,0 dias e foram umedecidas com água destilada. Considerou-se como sementes germinadas aquelas em que o coleóptilo excedeu em comprimento a semente e as plântulas pudessem serem tidas como normais para espécies de gramíneas forrageiras conforme descrito na Association of Official Seed Analysts (AOSA, 1992).

No ensaio em casa de vegetação foram realizadas amostragens para o índice SPAD nos estádios vegetativo, florescimento pleno (antese) e por ocasião da colheita de sementes. Por ocasião da colheita em 07 de junho de 2018 a contagem dos números de perfilhos vegetativos, perfilhos com panícula e do total de perfilhos foi diretamente dos vasos. Em cada vaso foram cortadas com tesoura todas as panículas e colocadas em sacos de papel e, a seguir, os perfilhos foram cortados rente ao solo e colocados em sacos de papel para serem secados em estufa a 60°C de circulação de ar forçado (marca TECNAL, modelo TE-394/2) até atingirem massa constante, então foram pesados para determinação da MS por vaso.

As amostras de panícula permaneceram em local sombreado e arejado por 4 meses e, após, tiveram as espiguetas e sementes trilhadas manualmente, as quais foram encaminhadas ao laboratório onde foram submetidas ao soprador de sementes modelo South Dakota para a separação das sementes e espiguetas (vazias e parcialmente cheias).

Posteriormente, foram calculadas as seguintes variáveis: número de espiguetas por panícula, número de sementes por panícula e a massa de mil sementes. O RS por vaso foi observado pesando-se as sementes colhidas em cada vaso. O índice de colheita foi calculado dividindo-se o RS por vaso pela MS (espiguetas imaturas e vazias, folhas e caules) por vaso.

3.5 Análise estatística

Os dados foram analisados com o programa Statistica usando-se a análise da variância para um delineamento fatorial em blocos completos ao acaso. Devido a diferenças em fatores de crescimento, particularmente de temperatura ambiente e a aplicação superficial de calcário no ciclo de produção de sementes do verão, os dados observados em condições de campo do ciclo de produção de sementes do outono e do verão foram analisados separadamente.

No caso do experimento em casa de vegetação os efeitos significativos da aplicação ou não de calcário e para ambos os estudos conduzidos em condições de campo e em casa de vegetação os efeitos significativos da forma de aplicação do fertilizante nitrogenado foram determinados usando-se o Teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Nos estudos sob condições de campo e em casa de vegetação para a avaliação dos efeitos das doses de N foram calculadas equação de regressão linear e quadrática. O modelo escolhido foi o que melhor se ajustou aos dados da variável resposta, considerando-se o coeficiente de determinação (R^2) e o nível de 5% de probabilidade de erro. Quando a interação: forma de adubação x dose de N foi significativa, as respostas às doses de N foram subsequentemente elucidadas por análise de regressão usando-se o modelo linear e quadrático dentro de cada forma de adubação nitrogenada. Correlações de Pearson foram calculadas para determinar se o NPP, número de perfilhos total e a MS ha⁻¹ na colheita final se correlacionaram com o RS, em nível de 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Componentes de rendimento e rendimento de sementes do trabalho em condições de campo

Os tratamentos que afetaram significativamente o número de perfilhos vegetativos, NPP, total de perfilhos, a porcentagem de perfilhos com panícula, MS ha⁻¹ na colheita, o número de sementes por panícula, número de sementes por m², RS e o índice de colheita nas colheitas do outono e do verão podem ser examinados na Tabela 2. Os resultados médios dessas variáveis são mostrados na Tabela 3. A interação forma de aplicação x dose de N foi significativa na colheita do outono nos números de sementes por panícula (Tabela 4) e número de sementes por m², no RS e no índice de colheita (Tabela 5), já, na colheita do verão, a interação forma de aplicação x dose de N foi significativa no número de perfilhos total, NPP (Tabela 4), número de sementes por m² e no RS (Tabela 5).

Constatou-se que a forma de aplicação de N influenciou significativamente apenas a porcentagem de perfilhos com panícula na colheita do outono (Tabela 2). O efeito da dose de N foi significativo em todas as variáveis mostradas na Tabela 2, exceto na porcentagem de perfilhos com panícula na colheita do outono e no número de perfilhos vegetativos na colheita do verão. As linhas de regressão para o efeito significativo da dose de N na colheita do outono sobre o número de perfilhos vegetativos, número de perfilhos com panícula e número de perfilhos total estão mostradas na Figura 3. Na colheita do outono o número de perfilhos vegetativos se elevou de maneira quadrática em resposta ao N, porém esta relação teve coeficiente de determinação baixo ($R^2=0,36$). Ainda nessa mesma colheita, a relação entre o NPP e dose de N foi melhor descrita pelo modelo quadrático de regressão. Na colheita subsequente do verão o NPP teve a interação forma de aplicação x dose de N significativa, obtendo-se ajuste melhor dos dados com o modelo linear em ambas formas de aplicação da adubação de N (Tabela 4). O modelo quadrático na colheita do outono ($R^2=0,54$) (Figura 3) e o modelo linear na colheita do verão com a dose única ($R^2=0,29$) e a dose parcelada ($R^2=0,45$) (Tabela 4) se ajustaram melhor a relação entre as doses de N e os perfilhos totais, mas estas relações tiveram coeficiente de determinação baixo.

Tabela 2. Análise estatística dos efeitos da forma de aplicação e de doses de N no número de perfilhos vegetativo (NPV), número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilhos total (NPT), porcentagem de perfilhos com panícula (PPP), matéria seca por área (kg ha⁻¹), número de sementes por panícula (NSP), número de sementes por m² (NS), rendimento de sementes (RS) e índice de colheita (IC) no ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.

Variáveis	Tratamentos					
	Ciclo de produção de sementes do outono			Ciclo de produção de sementes do verão		
	Manejo N	Dose N	Manejo N x dose N	Manejo N	Dose N	Manejo N x dose N
NPV	ns	**	ns	ns	ns	ns
NPP	ns	**	ns	**	**	**
NPT	ns	**	ns	ns	**	*
PPP	*	ns	ns	ns	**	ns
MS ha ⁻¹	ns	**	ns	ns	**	ns
NSP	ns	**	**	ns	**	ns
NS	*	**	**	ns	**	**
RS	ns	**	**	ns	**	**
IC	ns	**	*	ns	**	**

*, ** Significativo nos níveis de probabilidade de 0,05 e 0,01, respectivamente. ns = não significativo a o nível 0,05 pelo teste F. N, nitrogênio.

Adubações basais em cobertura foram realizadas neste estudo nos ciclos de produção de sementes do outono e do verão para atender as exigências de fósforo e de potássio da gramínea e elevar as concentrações destes nutrientes no solo, porém, aparentemente, as propriedades físicas e biológicas no solo ainda não permitiam crescimento vigoroso dos perfilhos e isto pode ter influenciado o crescimento inicial dos perfilhos e reduzido a população de plantas e a produção de panículas.

Tabela 3. Valores médios para componentes do rendimento e rendimento de sementes sob efeito de forma de aplicação e doses de N = 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹ para o ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.

Manejo N	Dose de N (kg ha ⁻¹)						Dose de N (kg ha ⁻¹)					
	N ₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₉₀	N ₁₂₀	N _{Méd.}	N ₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₉₀	N ₁₂₀	N _{Méd.}
	Ciclo de produção de sementes do outono						Ciclo de produção de sementes do verão					
	Número de perfilhos com panícula (perfilhos m ⁻²)											
Única	180	194	211	250	247	216 ^{ns}	122	221	183	217	277	204a ^{**}
Parcelada	174	189	223	237	218	208 ^{ns}	145	147	200	184	236	182b
	Número de perfilhos vegetativos (perfilhos m ⁻²)											
Única	236	232	298	290	440	299 ^{ns}	211	192	190	181	162	187 ^{ns}
Parcelada	277	339	306	326	510	351 ^{ns}	202	163	199	223	198	197 ^{ns}
	Número de perfilhos total (perfilhos m ⁻²)											
Única	416	425	509	540	687	515 ^{ns}	332	414	373	398	439	391 ^{ns}
Parcelada	451	528	529	562	728	560 ^{ns}	347	310	400	407	434	379 ^{ns}
	Porcentagem de perfilhos com panícula (%)											
Única	43,4	46,4	42,3	48,0	37,0	43,4a*	36,9	53,9	49,5	54,4	63,2	51,6 ^{ns}
Parcelada	38,9	36,0	42,2	42,3	31,4	38,2b	42,7	47,6	51,0	45,5	54,5	48,3 ^{ns}
	Matéria seca por hectare (kg ha ⁻¹)											
Única	6730	7171	11384	12348	10593	9645 ^{ns}	7574	8203	8021	13832	13876	10301 ^{ns}
Parcelada	6870	7175	11999	11358	12001	9881 ^{ns}	7089	7693	8023	13026	13616	9889 ^{ns}
	Número de sementes por panícula (sementes m ⁻²)											
Única	10,4	16,3	17,0	25,6	32,3	20,3 ^{ns}	14,2	14,7	17,3	22,3	22,5	18,2 ^{ns}
Parcelada	17,0	17,1	15,7	24,2	24,2	19,6 ^{ns}	14,9	15,7	20,6	21,7	21,8	19,0 ^{ns}
	Número de sementes por área (sementes m ⁻²)											
Única	1857	3157	3606	6386	7947	4591a*	1746	3262	3163	4791	6272	3847 ^{ns}
Parcelada	2986	3217	3501	5714	5279	4139b*	2113	2324	4145	3959	5133	3535 ^{ns}
	Índice de colheita											
Única	0,010	0,018	0,011	0,018	0,022	0,016 ^{ns}	0,008	0,013	0,012	0,010	0,013	0,011 ^{ns}
Parcelada	0,017	0,017	0,010	0,016	0,014	0,015 ^{ns}	0,009	0,010	0,015	0,010	0,012	0,011 ^{ns}
	Rendimento de sementes (kg ha ⁻¹)											
Única	66,7	125,8	122,5	213,6	238,9	153,5 ^{ns}	57,6	109,8	94,2	139,6	181,7	116,6 ^{ns}
Parcelada	106,4	120,4	118,1	177,8	166,2	137,8 ^{ns}	66,5	75,1	123,1	121,9	168,6	111,1

*, ** Significativo nos níveis de probabilidade de 0,05 e 0,01, respectivamente. ns = não significativo a o nível 0,05. Médias comparativas em cada coluna seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes em níveis de probabilidade de pelo menos 5% pelo teste F para manejo de nitrogênio.

Tabela 4. Efeito da interação forma de aplicação x dose de nitrogênio para o número de perfilhos com panícula (NPP) e número de perfilhos total no ciclo de produção de sementes do verão e efeito da interação forma de aplicação x dose de nitrogênio para o número de sementes por panícula no ciclo de produção de sementes do outono.

Variável	Equação de regressão	R ²	Nível de probabilidade
Ciclo de produção de sementes do verão			
NPP (perfilhos m ⁻²)			
Dose única de N	y=142,55+1,02x	0,62	P<0,01
Dose parcelada de N	y=137,5+0,67x	0,54	P<0,01
Número de perfilhos total (perfilhos m ⁻²)			
Dose única de N	y=351,3+0,66x	0,29	P<0,01
Dose parcelada de N	y=325,05+0,91x	0,45	P<0,01
Ciclo de produção de sementes do outono			
Número de sementes por panícula			
Dose única de N	y=11,03+0,01x+0,0007x ²	0,93	P<0,01
Dose parcelada de N	y=17,17+0,034x+0,0003x ²	0,55	P<0,01

Tabela 5. Efeito da interação forma de aplicação x dose de nitrogênio para o número de sementes por m², rendimento de sementes e no índice de colheita nos ciclos de produção de sementes do outono e do verão.

Variável	Equação de regressão	R ²	Nível de probabilidade
Ciclo de produção de sementes do outono			
Número de sementes por m ²			
Dose única de N	y=1916+24,2x+0,22x ²	0,91	P<0,01
Dose parcelada de N	y=2723+23,6x	0,62	P<0,01
Rendimento de sementes (kg ha ⁻¹)			
Dose única de N	y=67,1+1,44x	0,75	P<0,01
Dose parcelada de N	y=118,13+0,48x	0,51	P<0,01
Índice de colheita (%)			
Dose única de N	y=0,011+0,00008x	0,32	P<0,01
Ciclo de produção de sementes do verão			
Número de sementes por m ²			
Dose única de N	y=1967+19,5x+0,13x ²	0,80	P<0,01
Dose parcelada de N	y=1999,6+25,6x	0,74	P<0,01
Rendimento de sementes (kg ha ⁻¹)			
Dose única de N	y=74,3+0,60x+0,0036x ²	0,81	P<0,01
Dose parcelada de N	y=67,63+0,93x	0,79	P<0,01

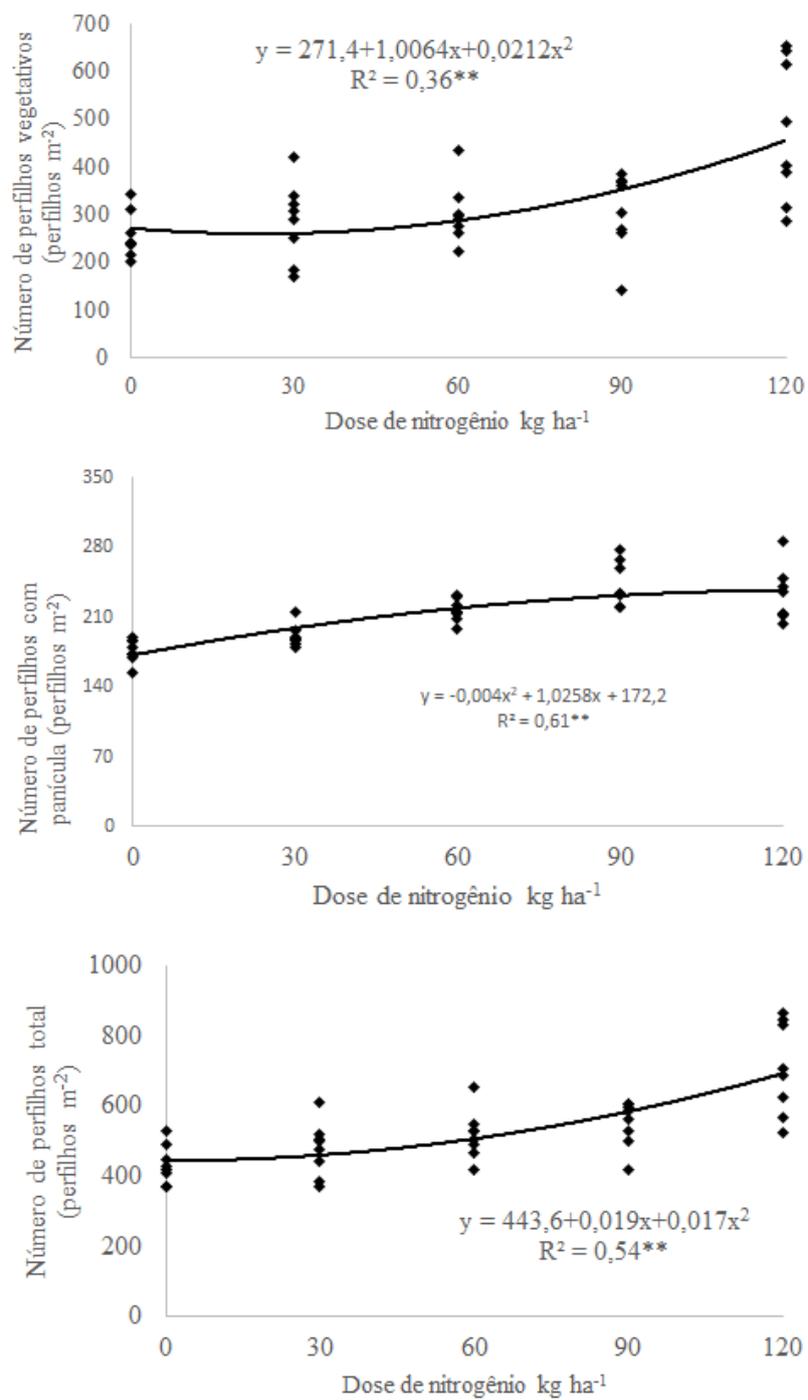


Figura 3. Efeito da dose de nitrogênio sobre o número de perfilhos vegetativos, número de perfilhos com panícula e número de perfilhos total no ciclo de produção de sementes do outono.

Tabela 6. Efeito da dose de nitrogênio para a porcentagem de perfilhos com panícula (PPP) no ciclo de produção de sementes do verão, matéria seca (MS) ha⁻¹ na colheita no ciclo de produção de sementes do outono e do verão e para o número de sementes por panícula (NSP) no ciclo de produção de sementes do verão.

Variável	Ciclo de produção de sementes do outono			Ciclo de produção de sementes do verão		
	Equação de regressão	R ²	Nível de probabilidade	Equação de regressão	R ²	Nível de probabilidade
PPP (%)				y=42,5+0,12x	0,31	P<0,01
MS ha ⁻¹ (kg ha ⁻¹)	y=6140+105x-0,49x ²	0,56	P<0,01	y=7109+16x+0,38x ²	0,77	P<0,01
NSP				y=14,21+0,073x	0,59	P<0,01

O NPP não diferiu entre as duas formas de aplicação de N na colheita do outono de 2017, sendo influenciado apenas pelas doses de N. Contudo, constatou-se que a interação forma de aplicação x dose de N foi significativa para o NPP na colheita do verão, onde os mais altos resultados de NPP foram verificados com aplicação única de N (Tabela 4). Isso pode ser atribuído ao fato de que culturas de capim-braquiária exigem, já no rebrote inicial, alta quantidade de N disponível para promover o perfilhamento e a iniciação floral (diferenciação do meristema apical), os quais podem ser importantes para a determinação do número potencial de panículas por ocasião da colheita. Além disso, como pode ser constatado na Figura 2, entre 16 a 31/08, 01 a 15/09 e entre 16 a 30/09/2017, a precipitação pluvial foi, respectivamente, de 34,4; 0,0 e de 7,80 mm, podendo ter prejudicado o perfilhamento e a iniciação floral, especialmente nas parcelas em que a adubação de N foi fracionada. Outro fator que pode ter reduzido os resultados de NPP e do total de perfilhos na colheita do verão foi a época de rebaixamento em agosto de 2017. Dados de pesquisa que indicam efeitos de épocas de rebaixamento em capim-braquiária na produção de sementes não são conhecidos. Comprovou-se neste experimento que a adubação nitrogenada é crucial para a produção de panículas, na dose nula de N teve-se na colheita do outono resultado inferior a 185 panículas por m² e na colheita do verão resultado inferior a 150 panículas por m².

De maneira geral, o N apresenta efeito positivo sobre o perfilhamento em culturas de gramíneas forrageiras. Condé e Garcia (1988b) e Andrade et al. (1983), no Brasil, sugeriram potencial de produção de inflorescências com o capim-braquiária entre 700 a 1000 / m². O efeito significativo do N no NPP observado neste estudo foi similarmente observado em capim-braquiária por Canto et al. (2019), os quais avaliaram doses de N até 75 kg ha⁻¹ aplicadas por ciclo de produção de sementes. Contudo, esses autores obtiveram resultados mais altos (média de NPP de 400 na colheita de janeiro-2010 e de 275 na colheita de maio-2010) em relação ao

presente estudo, possivelmente devido ao manejo de rebaixamento adotado e as condições de solo e climáticas. Condé e Garcia (1988a), em Goiás, em trabalho sob condições de campo, relataram relações quadráticas entre o NPP e adubações de N até 240 kg ha⁻¹ aplicadas em diferentes épocas em capim-colonião. Condé e Garcia (1988b), em outro trabalho realizado com o capim-braquiária sob condições de campo, verificaram relação quadrática entre o NPP e doses de N até 240 kg ha⁻¹ aplicadas em diferentes épocas. Loeppky & Coulman (2001) citam que a adição de N na fase de iniciação floral pode beneficiar o desenvolvimento de inflorescências. Diversos ensaios conduzidos sob condições de campo em culturas de cereais também mostraram que atrasos na adubação de N podem prejudicar a produção de inflorescências e causar redução no RS. Catuchi et al. (2017) sugerem, para a braquiária humidícola, que a adubação de N no início da fase vegetativa promove o perfilhamento e beneficia a produção de sementes e a eficiência da adubação nitrogenada.

Em trabalho conduzido na Tailândia com o capim-braquiária, Gobius et al. (2001) ao testarem doses de N entre 50 e 200 kg ha⁻¹ observaram porcentagem de perfilhos florescidos por volta de 50%, mas eles relataram que a resposta ao N não foi significativa. Com essa mesma gramínea, Canto et al. (2019a) em área próxima a utilizada neste estudo, avaliaram doses de N até 75 kg ha⁻¹ aplicadas em ciclos de produção de sementes consecutivos do verão e do outono e, por igual, também não relataram efeito das doses de N sobre a porcentagem de perfilhos florescidos.

Nas duas colheitas houve efeito significativo do N na MS ha⁻¹ final (Tabelas 2 e 6). Nas colheitas do outono e do verão essa relação foi descrita por regressão quadrática (Tabela 6). Esse resultado veio confirmar o que se supunha, ou seja, as condições de elevação e clima no noroeste do Paraná e a condição de fertilidade no solo permitem que em campos de produção de sementes ocorram aumentos na MS ha⁻¹ na colheita usando-se doses até 120 kg N ha⁻¹.

A variação das quantidades de MS ha⁻¹ na colheita com o incremento da adubação nitrogenada constatada neste estudo em ambas colheitas se deve ao aumento na população de perfilhos (Tabela 3). O aumento da MS ha⁻¹ em função do incremento da adubação de N está relacionada ao aumento no perfilhamento, na área foliar da cultura, interceptação de luz pelo dossel das plantas, atividade fotossintética e assimilação de CO₂ (GASTAL e NELSON, 1994), os quais podem promover o aumento na biomassa de plantas acima do solo. Os resultados de MS ha⁻¹ na colheita verificados em resposta ao N coincidem com os obtidos por Canto et al. (2019), porém são superiores aos constatados por Condé e Garcia (1988b). Canto *et al.* (2012;

2016) observaram que a MS ha⁻¹ das plantas na colheita de sementes do capim-mombaça foi influenciada positivamente com o aumento na adubação de N.

Na colheita do outono, a análise da variância detectou que a interação forma de aplicação x dose de N foi significativa no número de sementes por panícula (Tabelas 2 e 4), a regressão quadrática foi a que melhor se ajustou ao efeito das formas de aplicação única e parcelada (Tabela 4). Verifica-se por essa Tabela que a partir das doses de N 90 e 120 kg ha⁻¹ os números de sementes por panícula foram maiores na forma de aplicação única de N realizada no rebrote inicial, se comparado com os números de sementes por panícula na adubação igualmente parcelada de N realizada no rebrote inicial e três semanas antes do florescimento pleno. Ao que parece, a aplicação tardia de parte do N não resultou em N absorvido pelas plantas para ser usado no enchimento de sementes. Na colheita do verão o número de sementes por panícula se elevou positivamente e linearmente à medida que a adubação de N se elevou (Tabela 6). O N pode promover melhor desenvolvimento de sementes (JORNADA et al., 2008). A maior disponibilidade de N no solo durante a iniciação floral pode beneficiar o enchimento de sementes (LOEPPKY & COULMAN, 2001). Entretanto, em ensaios com o capim-braquiária, Gobius et al. (2001) com doses de N entre 50 e 200 kg ha⁻¹ e Canto et al. (2019), com doses de N até 75 kg ha⁻¹, não encontraram efeito significativo nas sementes retidas por panícula.

Constatou-se interação significativa para forma de aplicação x doses de N no número de sementes m⁻² nas duas colheitas (Tabela 5). Na colheita do outono, para essa variável, o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático com a dose única, porém, nas doses de N igualmente parceladas, teve-se ajuste melhor usando-se o modelo linear. Constata-se também pela Tabela 5 que no ciclo de produção de sementes do outono houve superioridade dos tratamentos em que o N foi aplicado em dose única apenas a partir das doses de N 90 e 120 kg ha⁻¹. No ciclo de produção de sementes do verão, no entanto, o modelo quadrático se ajustou melhor para a forma de aplicação de N em dose única e o modelo linear se ajustou melhor para a forma de aplicação de N parcelada. Há poucos trabalhos sobre efeitos de doses N de forma parcelada no número de sementes por área em campos de sementes das braquiárias. Neste estudo, constatou-se que o N promoveu aumento no número de sementes produzidas m⁻² devido aos aumentos no NPP (Figura 3 e Tabela 4) e nas sementes retidas por panícula (Tabelas 4 e 6). Canto et al. (2019) por igual relataram que o aumento do N influenciou positivamente o número de sementes por m² em capim-braquiária submetido a doses de 0, 25, 50 e 75 kg N ha⁻¹, as quais produziram, respectivamente, números de sementes por m² de 9297; 12559; 16775 e 20322 na colheita de verão e de 3567; 6861; 12770 e 7754 na colheita do outono.

Houve interação significativa entre as formas de aplicação e as doses de N testadas quanto ao RS nas colheitas do outono e do verão (Tabelas 2 e 5). Na colheita do outono houve efeito linear de regressão para ambas as formas de aplicação, enquanto que para a colheita do verão os efeitos foram expressos por regressão quadrática sob condição de adubação única e por regressão linear sob condição de adubação parcelada de N.

A determinação do RS do capim-braquiária é imprecisa, uma vez que a maturação das sementes nos racemos é heterogênea (HOPKINSON et al., 1996); parte das sementes nas panículas apresentam abscisão natural e caem para o solo (MILES et al., 2004) e ventos fortes e chuvas nos dias prévios à colheita podem também aumentar a queda de sementes das panículas. No caso do presente estudo, cabe mencionar que ocorreram ventos fortes e chuvas durante o período da antese e nos dias que antecederam a colheita, teve-se atrasos nas duas colheitas devido principalmente a chuvas. ABEL e BOELT (2018) em azevém perene comprovaram que chuvas durante a antese reduziram a consolidação da antese e a taxa de vingamento de sementes. A idade do estande das plantas e, conforme descrito anteriormente, a condição de fertilidade em que se encontrava o solo, o período de estiagem e a época de rebaixamento que possivelmente influenciaram de maneira negativa o NPP podem ter contribuído para uma redução nos resultados observados de RS neste estudo. Contudo, ao que se saiba, não se encontram pesquisas em capim-braquiária que mostram efeitos da idade do estande em campos de produção de sementes. Canto et al. (2019) relataram que em culturas de capim-braquiária o aumento no N beneficia principalmente o NPP, que apresenta efeito direto no RS.

Nesse estudo, constatou-se efeito do N no NPP e nas sementes produzidas por inflorescência e por unidade de área, que se refletiram no RS. Na colheita do outono, observou-se que o RS incrementou 42, 39, 126 e 133%, respectivamente, nas doses de N 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹, em relação à ausência na adubação de N. Na colheita do verão, o incremento no RS nas doses de N 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ foi, respectivamente, de 48, 40, 75 e de 182%, em relação a dose nula de N. Esses resultados indicam que efeitos de doses de N mais elevadas que as aplicadas nesse estudo devem ser investigadas. O RS foi mensurado a partir da colheita de sementes nas inflorescências, diferentemente do método de colheita de sementes de varredura que é predominantemente empregado nos dias atuais nos campos de produção de sementes do capim-braquiária, portanto, a interpretação desses dados deverá ser feita com cautela.

Em ambas as colheitas do outono e do verão, a interação forma de aplicação x dose de N foi significativa no índice de colheita (Tabela 2), porém, na colheita do outono teve-se ajuste

usando-se o modelo quadrático apenas com os resultados com a forma de aplicação única (Tabela 5), na colheita do verão os dados de índice de colheita não se ajustaram aos modelos linear e quadrático. Na literatura são escassos os estudos que descreveram efeitos do N no índice de colheita em gramíneas forrageiras tropicais. Em geral, no caso de gramíneas de estação fria, índices de colheitas menores foram observados à medida que ocorreu incremento na adubação de N (CHASTAIN et al. 2014; KOERITZ et al. 2015).

4.2 Componentes da qualidade de sementes e índice SPAD do trabalho em condições de campo

Os efeitos significativos do manejo e da dose de N no ciclo de produção de sementes do outono e do verão sobre componentes de qualidade de sementes (massa de mil sementes e porcentagem de germinação) e no teor relativo de clorofila (índice SPAD) avaliado na antese podem ser observados na Tabela 7. Os resultados médios no ciclo de produção de sementes do outono e no ciclo de produção de sementes do verão na massa de mil sementes, porcentagem de germinação de sementes e no índice SPAD estão na Tabela 8.

Tabela 7. Análise estatística dos efeitos de manejo de nitrogênio e de doses de nitrogênio na massa de mil sementes (MMS), na germinação (GER) e teor relativo de clorofila (índice SPAD) na antese no ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.

Variável	Tratamentos					
	Ciclo de produção de sementes do outono			Ciclo de produção de sementes do verão		
	Manejo N	Dose N	Manejo N x Dose N	Manejo N	Dose N	Manejo N x Dose N
MMS	ns	*	ns	ns	ns	ns
GER	ns	*	ns	ns	ns	ns
SPAD – Antese	ns	ns	ns	**	**	ns

*, ** Significativo nos níveis de probabilidade de 0,05 e 0,01, respectivamente. ns = não significativo a o nível 0,05.N, nitrogênio.

A interação forma de aplicação x dose de N não foi significativa para massa de mil sementes, porcentagem de germinação de sementes e para o índice SPAD na antese (Tabela 7). A forma de aplicação de N não afetou nenhuma variável, exceto o índice SPAD na antese na

cultura do verão. Na colheita do outono, verificou-se efeito do N na massa de mil sementes (Tabelas 7 e 8), mas a relação não pode ser descrita com nenhum dos modelos testados. O aumento na dose de N também afetou a porcentagem de germinação de sementes somente na colheita do outono (Tabela 7), porém não houve ajuste dos dados satisfatório com os modelos linear e quadrático. O índice SPAD na antese foi influenciado pelas doses de N no ciclo de produção de sementes do verão.

Na literatura de sementes de gramíneas forrageiras encontram-se resultados contraditórios quanto ao efeito do N sobre o peso de sementes. Os resultados indicam que os resultados de massa de mil sementes foram bastante próximos entre os tratamentos em ambas colheitas de sementes avaliadas. Em campos de produção de sementes do capim-braquiária, Gobius et al. (2001) testaram doses de N até 200 kg ha⁻¹, e Canto et al. (2019) testaram doses de N até 75 kg ha⁻¹, e por igual não detectaram efeito da adubação de N sobre a massa de mil sementes. Entretanto, Benteo et al. (2016), em *Brachiaria brizantha*, ao avaliarem doses crescentes de N aplicadas no florescimento, obtiveram efeito significativo e positivo do N na massa de mil sementes. Os dados de respostas na germinação de sementes em função da adubação nitrogenada são escassos com o capim-braquiária. Catuchi et al. (2013), reportaram efeito significativo positivo da adubação de N e de K em sementes de braquiária humidícola.

Não foram encontrados resultados de índice SPAD determinados na antese em capim-braquiária cultivado para a produção de sementes. No centro-oeste do Brasil, Benteo et al. (2016) não encontraram diferenças significativas de índice SPAD em *Brachiaria brizantha* B4 cultivado para a produção de sementes submetido a doses de N até 150 kg ha⁻¹.

Tabela 8. Valores médios para massa de mil sementes, germinação e índice SPAD na antese, em cultura de sementes de capim-braquiária sob efeito de forma de aplicação e dose de N = 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹ no ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.

Manejo N	Ciclo de produção de sementes do outono						Ciclo de produção de sementes do verão					
	Dose de N (kg ha ⁻¹)						Dose de N (kg ha ⁻¹)					
	N ₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₉₀	N ₁₂₀	N _{Méd.}	N ₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₉₀	N ₁₂₀	N _{Méd.}
	Massa de mil sementes (g ⁻¹)											
Única	3,6	4,0	3,4	3,4	3,0	3,5 ^{ns}	3,3	3,4	3,0	2,9	3,0	3,1 ^{ns}
Parcelada	3,7	3,8	3,4	3,1	3,2	3,4 ^{ns}	3,2	3,3	3,0	3,1	3,3	3,2 ^{ns}
	Germinação (%)											
Única	20	31	20	23	22	23 ^{ns}	34	36	27	37	31	33 ^{ns}
Parcelada	27	23	17	23	21	22 ^{ns}	31	35	34	23	29	30 ^{ns}
	Índice SPAD na antese											
Única	45,1	44,7	54,4	48,7	48,0	48,2 ^{ns}	28,0	30,3	38,5	38,8	45,6	36,2 a ^{**}
Parcelada	49,6	49,1	46,9	51,6	53,4	50,1 ^{ns}	26,6	30,5	36,5	34,8	36,1	32,9 b

*, ** Significativo nos níveis de probabilidade de 0,05 e 0,01, respectivamente. ns = não significativo a o nível 0,05. Médias comparativas em cada coluna seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes em níveis de probabilidade de pelo menos 5% pelo teste F para manejo de nitrogênio.

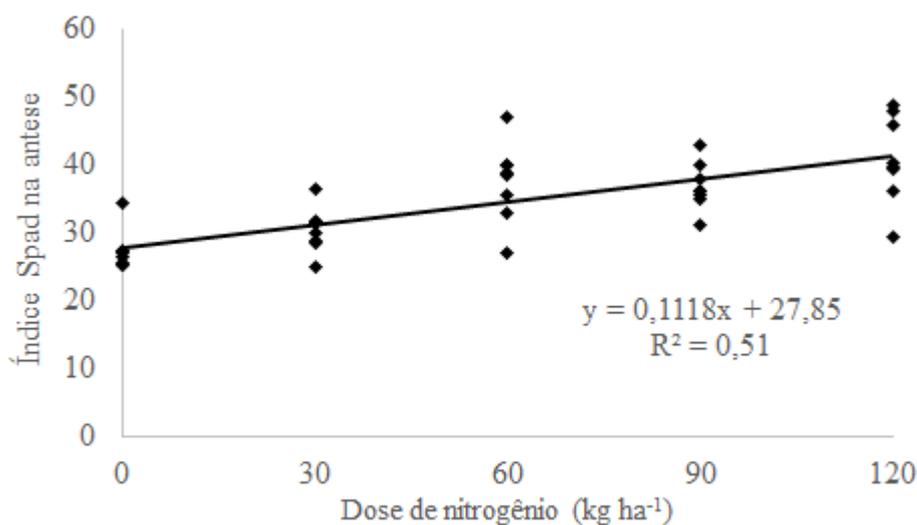


Figura 4. Efeito da dose de nitrogênio sobre o teor relativo de clorofila (índice SPAD) por ocasião da antese do capim-braquiária no ciclo de produção de sementes do verão.

4.3 Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os componentes do rendimento e o rendimento de sementes do trabalho em condições de campo

Houve correlação significativa entre o NPP, número de perfilhos total e a quantidade de MS ha⁻¹ na colheita final com o RS em ambas colheitas (Tabela 9). No parâmetro NPP ocorreram os maiores coeficientes de correlação com o RS no presente estudo. Para o caso deste estudo, a análise de correlação de Pearson mostrou que culturas de capim-braquiária com números maiores de inflorescências apresentam maiores RS. A MS ha⁻¹ na colheita apresentou coeficiente de correlação significativa e baixa (0,53) com o RS na colheita outono, mas apresentou correlação significativa e intermediária (0,78) com o RS na colheita do verão. Na colheita do outono, a correlação entre o número de perfilhos total e o RS, e entre a MS ha⁻¹ e o RS, foram significativas e baixas.

Tabela 9. Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os componentes do rendimento com o rendimento de sementes no ciclo de produção de sementes do outono e do verão, no estudo conduzido sob condições de campo.

	Rendimento de sementes (kg ha ⁻¹)	
	Ciclo de produção de sementes do outono	Ciclo de produção de sementes do verão
Número de perfilho com panícula (perfilhos m ⁻²)	0,82 *	0,89 *
Número de perfilhos total (perfilhos m ⁻²)	0,56 *	0,69 *
Matéria seca ha ⁻¹ (kg ha ⁻¹)	0,53 *	0,78 *

* P ≤ 0,05, para correlação de Pearson. ns = não significativo.

4.4 Componentes do rendimento, rendimento de semente e qualidade de sementes do trabalho em condições de casa de vegetação

A análise da variância para os efeitos da calagem, manejo do N e das doses de N sobre o NPP, número de perfilhos vegetativos, número de perfilhos total, a quantidade de MS vaso⁻¹, número de sementes por panícula, índice de colheita, RS, massa de mil sementes, índice SPAD por ocasião da antese e no índice SPAD por ocasião da colheita (SPAD colheita) podem ser observadas na Tabela 10. Os valores médios do número de perfilhos com panícula, número de perfilhos vegetativos, número de perfilhos total, porcentagem de perfilhos com panícula e a quantidade de MS, expressos por vaso, são demonstrados na Tabela 11. Os valores médios do número de sementes por panícula, RS por vaso, índice de colheita, massa de mil sementes, índice SPAD por ocasião da antese e no índice SPAD por ocasião da colheita (SPAD colheita) podem ser examinados na Tabela 12. As equações de regressão dos efeitos da interação e das doses crescentes de N são apresentadas na Tabela 13.

A interação calagem x forma de aplicação x dose de N foi significativa para o número de sementes por panícula, índice de colheita e para o RS por vaso (Tabelas 10 e 13). Constatou-se que o efeito da interação calagem x manejo da adubação de N foi significativo para o número de sementes por panícula. A interação calagem x dose de N foi significativa para a MS por vaso, índice de colheita e para o RS por vaso. A interação manejo da adubação de N x dose de N foi significativa para o número de sementes por panícula, índice de colheita e para o RS por vaso. Com exceção da massa de mil sementes, todas variáveis avaliadas apresentaram efeito significativo e positivo para o aumento na adubação nitrogenada. A forma de aplicação de N e as doses crescentes de N influenciaram significativamente o índice SPAD registrado na antese e na colheita de sementes final.

Tabela 10. Análise da variância para o número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilhos vegetativos (NPV), número de perfilhos totais (NPT), matéria seca (MS), número de sementes por panícula (NSP), índice de colheita (IC), rendimento de sementes (RS), massa de mil sementes (MMS), índice SPAD na antese (SPAD antese) e para o índice SPAD na colheita (SPAD colheita), afetados pela calagem, manejo de N e dose de N equivalentes a = 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹, em capim-braquiária, no estudo conduzido sob condições de casa de vegetação.

Variável	Calagem	Manejo N	Dose N	Calagem x Manejo N	Calagem x Dose N	Manejo N x Dose N	Calagem x Manejo N x Dose N
NPP	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
NPV	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
NPT	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
PPP	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
MS	**	*	**	ns	*	ns	ns
NSP	ns	**	**	**	ns	**	*
IC	**	*	**	ns	*	**	*
RS	*	*	**	ns	*	**	*
MMS	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SPAD antese	ns	**	**	ns	ns	ns	ns
SPAD colheita	ns	**	**	ns	ns	ns	ns

*, ** Significativo nos níveis de probabilidade de 0,05 e 0,01, respectivamente. ns = não significativo a o nível 0,05.N pelo teste F, N nitrogênio.

O NPP aumentou de forma quadrática em resposta ao aumento na adubação nitrogenada, enquanto o número de perfilhos total teve aumento linear em função da adubação de N. Para tratamentos com calagem, uma equação quadrática descreveu a relação das doses de N com a MS por vaso e para tratamentos sem calagem essa relação foi descrita por regressão linear. Os efeitos da interação da calagem e dose de N no número de sementes por panícula se ajustaram melhor ao modelo quadrático. Para o índice de colheita, nos tratamentos em que o calcário foi aplicado e a forma de aplicação de N foi em dose única os dados se ajustaram melhor ao modelo de regressão quadrática enquanto que na aplicação de N parcelada os dados se ajustaram melhor ao modelo de regressão linear. Na situação em que não houve a aplicação de calcário os dados de índice de colheita em função da adubação crescente de N se ajustaram ao modelo quadrático em ambas as formas de aplicação única e parcelada de N. Os efeitos da interação dos tratamentos com ou sem calagem, adubação nitrogenada aplicada de forma única ou parcelada e das doses crescentes de N sobre o RS por vaso se ajustaram melhor ao modelo de regressão quadrática. O efeito das doses de N no índice SPAD na antese se ajustou melhor ao modelo quadrático, porém esta variável registrada na colheita se ajustou melhor ao modelo linear.

Tabela 11. Valores médios para número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilhos vegetativos (NPV), número de perfilhos totais (NPT), porcentagem de perfilhos com panícula (PPP) e matéria seca na colheita afetados por calagem e manejo de N e doses de N equivalentes a: 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹ em capim-braquiária, no estudo conduzido sob condições de casa de vegetação.

Calagem	Manejo N	Dose de N (kg ha ⁻¹)					Média
		N ₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₉₀	N ₁₂₀	
Número de perfilhos com panícula (perfilhos vaso)							
C/ Calagem	Única	9	9	11	16	19	13
	Parcelada	8	7	12	17	18	12
S/ Calagem	Única	8	10	16	19	17	14
	Parcelada	9	9	9	18	22	13
Número de perfilhos vegetativos (perfilhos vaso)							
C/ Calagem	Única	34	35	49	53	44	43
	Parcelada	28	43	46	40	64	44
S/ Calagem	Única	26	35	39	30	45	35
	Parcelada	23	34	45	45	50	39
Número de perfilhos totais (perfilhos vaso)							
C/ Calagem	Única	43	44	61	69	63	56
	Parcelada	36	50	57	56	81	56
S/ Calagem	Única	33	44	55	49	62	49
	Parcelada	32	42	54	63	72	52
Porcentagem de perfilhos com panícula (%)							
C/ Calagem	Única	23	21	21	25	31	24
	Parcelada	25	16	24	31	22	24
S/ Calagem	Única	23	22	30	41	28	29
	Parcelada	30	22	17	30	33	27
Matéria seca na colheita (g vaso)							
C/ Calagem	Única	25,4	34,6	49,2	52,2	63,4	44,9
	Parcelada	25,0	33,1	44,6	49,2	63,6	43,1
S/ Calagem	Única	22,3	32,9	46,8	51,2	55,2	41,7
	Parcelada	22,6	33,0	41,0	45,8	52,0	38,9

O efeito positivo do N em componentes como no NPP, número de perfilho total e no RS foi encontrado nos estudos conduzidos em capim-braquiária cv. Basilisk por Canto et al. (2019) e por Condé e Garcia (1988b). Trabalhos com respostas de efeito de calagem nos componentes de rendimento de sementes são escassos para gramíneas forrageiras em condições de campo e de casa de vegetação em vasos. Não foram encontrados na literatura resultados de índice SPAD em capim-braquiária cultivado para produção de sementes. O aumento no índice SPAD em função do N pode estar relacionado ao aumento na absorção de N disponível no solo pela gramínea. Para o caso do capim-braquiária cultivado para produção de sementes, as exigências de aplicações de calcário não têm sido avaliadas em detalhes suficientes para se distinguir se a resposta ao calcário pode estar também associada ao manejo na adubação de N.

Tabela 12. Valores médios para número de sementes por panícula (NSP), rendimento de sementes (RS), índice de colheita (IC), massa de mil sementes (MMS), índice SPAD na antese e índice SPAD na colheita afetados por calagem e manejo de N e doses de N equivalentes a: 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹ em capim-braquiária, no estudo conduzido sob condições de casa de vegetação.

Calagem	Manejo N	Dose de N (kg ha ⁻¹)					Média
		N ₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₉₀	N ₁₂₀	
Número de sementes por panícula (perfilhos vaso)							
C/ Calagem	Única	0,9	1,0	0,7	1,0	1,0	0,9
	Parcelada	0,7	1,7	1,7	1,7	2,6	1,7
S/ Calagem	Única	0,8	1,0	1,7	1,6	1,0	1,2
	Parcelada	0,6	0,9	2,5	1,4	1,8	1,4
Rendimento de sementes (g vaso)							
C/ Calagem	Única	0,037	0,026	0,029	0,065	0,079	0,047
	Parcelada	0,023	0,030	0,079	0,080	0,150	0,072
S/ Calagem	Única	0,021	0,036	0,106	0,123	0,066	0,070
	Parcelada	0,025	0,028	0,068	0,104	0,151	0,075
Índice de colheita (%)							
C/ Calagem	Única	0,15	0,08	0,06	0,12	0,13	0,11
	Parcelada	0,09	0,09	0,18	0,15	0,24	0,15
S/ Calagem	Única	0,10	0,11	0,23	0,24	0,12	0,16
	Parcelada	0,11	0,08	0,17	0,23	0,29	0,18
Massa de mil sementes (g)							
C/ Calagem	Única	4,5	3,2	3,8	4,0	4,1	3,9
	Parcelada	4,2	3,9	3,9	3,9	3,5	3,9
S/ Calagem	Única	4,2	3,9	4,2	4,2	3,7	4,0
	Parcelada	3,9	3,9	3,7	4,1	3,9	3,9
Índice SPAD na antese							
C/ Calagem	Única	12,1	19,0	17,8	27,9	21,1	19,6
	Parcelada	14,6	21,2	22,0	24,2	25,7	21,5
S/ Calagem	Única	12,6	16,6	19,6	21,6	19,8	18,0
	Parcelada	12,8	21,0	21,8	22,9	24,2	20,5
Índice SPAD na colheita							
C/ Calagem	Única	10,0	12,4	13,1	13,9	17,3	13,4
	Parcelada	12,1	14,1	15,4	15,9	17,7	15,1
S/ Calagem	Única	10,1	12,8	14,9	15,7	15,9	13,9
	Parcelada	10,5	12,1	14,1	16,5	19,0	14,4

Neste estudo, a resposta no RS do capim-braquiária a interação regime de aplicação de calcário, manejo da adubação de N dose de N pode estar associada com os maiores incrementos na absorção nutrientes como fósforo, potássio e de outros nutrientes, incremento na eficiência de utilização destes nutrientes dentro da planta, ou ambos, e ainda pelo melhor ambiente de solo para o crescimento de raízes proporcionado pela calagem. Foi demonstrado que a cultura de capim-braquiária para produção de sementes apresentou resposta interativa aos tratamentos. Deve ser considerado que este ensaio foi sob condições de vaso. Neste estudo, a

hipótese para o ensaio em casa de vegetação em vasos foi consistente com observações feitas em vários outros experimentos onde respostas no rendimento de grãos/sementes a aplicação combinada de calcário e doses de N foram comparadas em cultivares de cereais.

Tabela 13. Equações de regressão para o número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilho total (NPT), matéria seca, número de sementes por panícula (NSP), índice de colheita (IC), rendimento de sementes (RS), índice SPAD na antese e índice SPAD na colheita em capim-braquiária submetido a efeito de calagem (com ou sem calagem), manejo de N (aplicação única ou parcelada) em doses de N (x) equivalentes a= 0 (N₀), 30 (N₃₀), 60 (N₆₀), 90 (N₉₀) e 120 (N₁₂₀) kg ha⁻¹, no estudo conduzido sob condições de casa de vegetação em vasos.

Variável dependente	Calagem	Manejo de N	Equação de regressão	R ²
NPP			$y = 7,6714 + 0,053988x + 0,000387x^{2**}$	0,69
NPT			$y = 36,9 + 0,27187x^{**}$	0,41
MS	C/C		$y = 22,27332 + 0,42199x - 0,00135x^{2**}$	0,91
	S/C		$y = 25,3225 + 0,3115x^{**}$	0,85
NSP	C/C	Única	$y = 7,985714 - 0,025714 + 0,000992x^{2**}$	0,72
		Parcelada	$y = 4,773571 + 0,120929x + 0,001599x^{2**}$	0,69
	S/C	Única	$y = 2,311428 + 0,564048x - 0,003492x^{2**}$	0,60
		Parcelada	$y = 4,728571 + 0,089762x + 0,001627x^{2**}$	0,88
IC	C/C	Única	$y = 0,137331 - 0,002134x + 0,000018x^{2**}$	0,50
		Parcelada	$y = 0,080291 + 0,001184x^{**}$	0,32
	S/C	Única	$y = 0,067477 + 0,004276x - 0,000031x^{2**}$	0,38
		Parcelada	$y = 0,097411 + 0,000204x + 0,000009x^{2**}$	0,61
RS	C/C	Única	$y = 0,034814 - 0,00039x + 0,000007x^{2**}$	0,80
		Parcelada	$y = 0,023018 + 0,000261x + 0,000006x^{2**}$	0,57
	S/C	Única	$y = 0,006809 + 0,00246x - 0,000016x^{2**}$	0,56
		Parcelada	$y = 0,02154 + 0,000293x + 0,000007x^{2**}$	0,84
SPAD na antese			$y = 13,24589 + 0,20292x - 0,00102x^{2**}$	0,53
SPAD na colheita			$y = 10,915 + 0,05427x^*$	0,64

C/C com calagem, S/C sem calagem, y = equação da variável dependente, x = dose de N.

Embora os resultados deste ensaio em casa de vegetação em vasos demonstrem efeitos positivos da calagem e da adubação de N sobre o RS por vaso, na MS por vaso e no índice de colheita do capim-braquiária, a caracterização das bases para estas diferenças de respostas na produção de sementes necessita de estudos adicionais para esclarecer se a calagem e o manejo na adubação nitrogenada estão envolvidos no incremento da produção de sementes do capim-braquiária, sobretudo no crescimento de raízes e na absorção de N e de outros nutrientes. Portanto, outras pesquisas devem ser realizadas sob condições de campo.

5 CONCLUSÕES

1. A adubação de N em doses menores aplicada de forma parcelada não manteve o RS.
2. O incremento de N aumentou o NPP, número de perfilhos total, número de sementes por panícula e número de sementes m⁻².
3. Os maiores RS foram obtidos com a dose de 120 kg N ha⁻¹ aplicada de forma única no início do período vegetativo.
4. O RS está fortemente correlacionado ao NPP.
5. O experimento em casa de vegetação sugere que o RS por vaso, a MS por vaso e o índice de colheita são afetados pelo regime de aplicação de calcário, forma de aplicação de N e pela dose de N, aparentemente demonstrando maior potencial para produção de sementes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, S.; BOELT, B. Precipitation during anthesis reduces seed set in perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, v.73, p.239–246, 2018.

ALMEIDA, G.M. Eficiência da adubação nitrogenada e manejo de resíduos na produção de sementes do capim-braquiária. 2015. 71p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

ANDRADE, R.P. Pasture seed production technology in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, São Paulo, 2001. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.129-132.

ANDRADE, R.P. Tecnologia de produção de sementes de espécie do gênero *Brachiaria*. In: ANAIS DO 11^o SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11, Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1994. p.49-71.

ANDRADE, R. P.; THOMAS, D.; FERGUNSON, J.E. Seed production of pasture species in a tropical savanna region of Brazil. II. Grasses. **Tropical Grasslands**, v. 17, p. 59-64, 1983.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seedling evaluation handbook. Seedling evaluation handbook. Contribution n^o. 35. p.84–87. AOSA, Las Cruces, p.84-87. 1992.

BENTEIO, G.L.; VERZIGNASSILL, J.R.; FERNANDES, C.D.; Do VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; LIBÓRIO, C.B.; MONTEIRO, L.C. Productivity and quality of *Brachiaria brizantha* B4 seeds in function of nitrogen doses. **Ciência Rural**, v. 46, p. 1566-1571, 2016.

BOGDAN, A.V. Tropical pastures and fodder plants: grasses and legumes. London: LONGMAN HANDBOOKS, 1977. 475p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 2009. 399 p.

BUCKERIDGE, M.S.; SANTOS, H.P.; TINÉ, M.A.; AIDAR, M.P.M. Mobilização de reservas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap.10, p.163-185.

CANI, P.C. Influência do nitrogênio, cortes e épocas de colheita sobre a produção e qualidade das sementes do capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf). 1980. 62p. (Dissertação Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

CANTO, M.W.; BARTH NETO, A.; PANCERA JÚNIOR, E.; GASPARINO, E.; BOLETA, V.S. Produção e qualidade de sementes do capim-mombaça em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**, v.71, p. 430–437, 2012.

CANTO, M.W.; ALMEIDA, G.M.; COSTA, A.C.S.; BARTH NETO, A.; SCALIANTE JÚNIOR, J.R. Seed production of ‘Mombaça’ grass subjected to different closing cut dates and nitrogen rates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.766–775, 2016.

CANTO, M.W.; PANCERA JÚNIOR, E.J.; BARTH NETO, A.; BREMM, C.; VIER, P.U.; COSTA, A.C.S. Effects of nitrogen fertilisation and irrigation on the seed yield of signal grass. **Crop & Pasture Science**. 2019. (no prelo)

CARMO, M.A.; NASCIMENTO Jr., D.; MANTORANI, E.A. Efecto de la fertilización nitrogenada y la época de cosecha em la producción y la calidad de semillas de *Brachiaria decumbens*. **Pasturas Tropicales**, v.10, p.19-22, 1988.

CARNEIRO, J.V.P. Determinação no número de sementes para avaliar o desempenho germinativo de sementes de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu). **Revista Brasileira de Sementes**. v. 16, n. 2, p. 156-158, 1994.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CASTRO, R.D.; VIEIRA, M.G.G.C.; CARVALHO, M.L.M. Influência de métodos e épocas de colheita sobre a produção e qualidade de sementes de *Brachiaria decumbens* cv. "Basilisk". **Revista Brasileira de Sementes**, v.16, p.6-11, 1994.

CATUCHI, T.A.; COSTA, L.P.F.; FOLONI, J.S.S.; TIRITAN, C.S.; CUSTÓDIO, C.C.; TSUHAKO, A.T. Produção e qualidade de sementes de *Urochloa humidicola* em razão da adubação nitrogenada e potássica. **Colloquium Agrariae**, v. 9, p. 30-42, 2013.

CATUCHI, T.A.; SORATTO, R.P.; FRANCISQUINI JÚNIOR, A.; ARANDA, E.A.; GUIDORIZZI, F.V.C.; TIRITAN, C.S. Nitrogen management, nitrogen use efficiency, and seed yield and quality of creeping signalgrass. **Crop Science**, v. 57, p. 1-10, 2017.

CAZETTA, D.A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; RODRIGUES, R.A.F. Desempenho de arroz de terras altas com aplicação de doses de nitrogênio em sucessão às culturas de cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v.67, p.471-479, 2008.

CHADHOKAR, F.A.; HUMPHREYS, L.R. Influence of time and level of urea application on seed production of *Paspalum plicatulum* at Mt. Cotton, south-eastern Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.13, p.275-286.

CHASTAIN, T.G.; KING, C.M.; GARBACIK, C.J.; YOUNG III, W.C.; WYSOCKI, D.J. Irrigation frequency and seasonal timing effects on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seed production. **Field Crops Research**, v.180, p.126-144, 2015.

CHEN, Y.; XIAO, C.; WU, D.; XIA, T.; CHEN, Q.; CHEN, F.; YUAN, L.; MI, G. Effects of nitrogen application rate on grain yield and grain nitrogen concentration in two maize hybrids with contrasting nitrogen remobilization efficiency. **European Journal of Agronomy**, v. 62, p. 69-79, 2015.

CONDÉ, A.R.; GARCIA, J. Efeito de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na produção e qualidade das sementes do capim-colonião. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 10, p. 33-42, 1988a.

CONDÉ, A.R.; GARCIA, J. Influência da época de colheita sobre a produção e qualidade das sementes do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. IPEAN). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 10, p. 115-121, 1988b.

COOKSON, W.R.; ROWARTH, J.S.; CAMERON, K.C. The response of a perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seed crop to nitrogen fertilizer application in the absence of moisture stress. **Grass Forage Science**, v.55, p.314-325, 2000.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V. Adubação Nitrogenada para Pastagens do Gênero *Brachiaria* em Solos do Cerrado. Embrapa Arroz e Feijão: Santo Antônio de Goiás, 2006.

Do VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. p.30-77.

Do VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. 2015. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v.56, p.460-472, 2015.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, v.105, p.191-197, 1994.

GOBIUS, N.R.; PHAIKAEV, C.; PHOLSEN, P. Seed yield and its components of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Digitaria milangiana* cv. Jarra and *Andropogon gayanus* cv. Kent in north-east Thailand under different rates of nitrogen application. **Tropical grasslands**, v. 35, p. 26-33, 2001.

HAMPTON, J.G. Effect of nitrogen rate and time of application on seed yield in perennial ryegrass cv. Grasslands Nui. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v.15, p.9-16, 1987.

HARE, M.D., TATSAPONG, P., LUNPHA, A.; WONGPICHET, K. Brachiaria species in north-east Thailand: dry matter yields and seed production. **Tropical Grasslands**, v. 39, p. 99–106, 2005.

HOPKINSON, J.M.; SOUZA, F.H.D.; DIULGHEROFF, S.; ORTIZ, A.; SÁNCHEZ, M. Reproductive Physiology, Seed Production, and Seed Quality of *Brachiaria*. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; Do VALLE, C.B. (Ed.) **BRACHIARIA: BIOLOGY, AGRONOMY AND IMPROVEMENT**. Cali-Colômbia: CIAT; Campo Grande-Brasil: Embrapa, 1996. v.1, p.106-124.

IBGE. Censo Agropecuário, 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disp. em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/agropecuario.pdf>>. Acesso em 10 de jun. de 2018.

JANK, L; BARRIOS, S.C.; do VALLE, C.B.; SIMEÃO, R.M.; ALVES, G.F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop & Pasture Science**, v.65, p.1132-1137, 2014.

JORNADA, J.B.J.; MEDEIROS, S.R.; PEDROSO, SAIBRO, J.C.; da SILVA, M.A. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre a qualidade de sementes de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 10-15, 2008.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B.L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; Do VALLE, C.B. (Ed.) **BRACHIARIA: BIOLOGY, AGRONOMY AND IMPROVEMENT**. Cali-Colombia: CIAT; Campo Grande-Brasil: Embrapa, 1996. v.1, p.16-42.

KOERITZ, E.J.; WATKINS, E.; EHLKE, N.J. A Split application approach to nitrogen and growth regulator management for perennial ryegrass seed production. **Crop Science**, v.53, n.4, p.1762-1777, 2013.

KOERITZ, E.J.; WATKINS, E.; EHLKE, N.J. Seeding rate, row spacing, and nitrogen rate effects on perennial ryegrass seed production. **Crop Science**, v.55, p.2319-2333, 2015.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B. Relações entre a adubação nitrogenada e a qualidade de grãos e de sementes em aveia branca. **Ciência Rural**, v.34, p.379-383, 2004.

LOEPKY, H.A.; COULMAN, B.E. Crop residue removal and nitrogen fertilization affects seed production in meadow bromegrass. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 450-454, 2001.

MAAK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Curitiba, Banco de Desenvolvimento do Paraná, 1968, p. 350.

MACHADO, C.G.; CRUZ, S.C.S.; SILVA, G.Z.; CARNEIRO, L.C.; SILVA, I.M.H.L. Harvesting methods on physical and physiological quality of *Panicum maximum* seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.4, p.309-313, 2019.

MILES, J.W.; do VALLE, C.B.; RAO, I.M.; EUCLIDES, V.P.B. *Brachiaria* grasses. In: MOSER, L.E.; BURSON, B.L.; SOLLENBERGER, L.E. (Ed.). **Warm-Season (C4) Grasses**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, p.745-783, 2004.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A. de M.; LEITE, J.L.B.; RESENDE, H. Tecnologia e custo de produção de *Brachiaria decumbens* para uso sob pastejo. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 111).

PELLINI, T.A. A bovinocultura no Estado do Paraná. In: Monteiro, A.L.G., Moraes, A., Correa, E.A.S., Oliveira, J.C., Sa, J.P.G., Alves, S.A., Postiglioni, S.R., Cecato, U. (Ed.) **Forragicultura no Paraná**. Londrina: CPAF, 1996. P.1-14.

PERES, R.M.; SOUZA, F.H.D.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; JUSTO, C.L. Manejo dos campos de produção de sementes de *Brachiária humidícola* “comum”: I – efeito de doses de nitrogênio. **Boletim da Indústria Animal**, v. 67, n. 1, p. 27-34, 2010.

PIRES, W. **Manual de pastagens: Formação, gerenciamento e recuperação**. Aprenda Fácil, Viçosa, Brazil, 2006.

RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; KABUYE, C.H.S. Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; Do VALLE, C.B. (Ed.) *BRACHIARIA: BIOLOGY, AGRONOMY AND IMPROVEMENT*. Cali-Colombia: CIAT; Campo Grande-Brasil: Embrapa, 1996. v.1, p.1-15.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. DOS; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS J.F.; CUNHA, T.J.F. (2006) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. (Embrapa Solos: Rio de Janeiro).

SCHENK, M.A.M.; SCHENK, J.A.P. Fotossensibilização hepatógena em bovinos: aspectos gerais. Comunicado Técnico Embrapa, n.19, 1983.

SENDULSKY, T. *Brachiaria*: taxonomy of cultivated and native species in Brazil. **Hoehnea**, v.7, p.99-139, 1978.

SIMÃO NETO, M.; SERRÃO, E.A.S. Capim-quicuio da Amazônia, (*Brachiaria* sp.). **Boletim Técnico do IPEAN**, v. 58, p .1-17, 1974.

SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Tropical Grasses**. Roma: FAO plant production and protection series. v. 23 p. 238-242, 1990.

SOUZA, F.H.D. *Brachiaria* spp. in Brazil. In: LOCH, D. S.; FERGUNSON, J. E. (Ed.). **Forage Seed Production. 2. Tropical and subtropical species**. Wallingford: CAB International, 1999. p.371-379.

SOWERS, K.E.; MILLER, B.C.; PAN, W.L. Optimizing grain yield in soft white winter wheat with split nitrogen applications. **Agronomy Journal**, v.89, p.1020-1025.

STÜR, W.W.; HUMPHREYS, R.L. Tiller development and flowering in swards of *Brachiaria decumbens*. **Annals of Applied Biology**, v.110, p.639-644, 1987.

STÜR, W.W.; HUMPHRIES, L.R. Burning, cutting management and the formation of seed yield in *Brachiaria decumbens*. **Journal of Agricultural Science**, v. 110, p.669-672, 1988.

TSVELEV, N.N. **Grasses of Soviet Union**. In: TSVELEV, N. N (Ed.). Balkema, 1984.

VELASCO, F.O. Valor nutricional da *Brachiaria decumbens* em três idades. 2011. 106p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerias. Belo Horizonte-MG, 2011.

VIGNA, B.B.Z.; JUNGSMANN, L.; FRANCISCO, P.M.; ZUCCHI, M.I.; do VALLE, C.B.; de SOUZA, A.P. Genetic diversity and population structure of the *Brachiaria brizantha* germplasm. **Tropical Plant Biology**, v.4, p.157-169, 2011.

YOUNG III, W.C.; CHICOLTE, D.O.; YOUNGBERG, H.W. Spring-applied nitrogen and productivity of cool-season grass seed crops. **Agronomy Journal**. v. 91, n. 2, p. 339-343, 1999.

YOUNG III, W.C.; CHASTAIN, T.G.; MELLBYE, M.E.; SILBERSTEIN, M.E. 1996. Stand density effects on annual ryegrass seed crops. In: SEED PRODUCTION RESEARCH, ed. YOUNG III, W.C. Oregon State University.

WANG, J.; LI, X.; GAO, S.; LI, Z.; MU, C. Impacts of fall nitrogen application on seed production in *leymus chinensis*, a rhizomatous perennial grass. **Agronomy Journal**, v.105, n.5, p.1378-1384, 2013.

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I.R. **Atlas climático da região sul do Brasil. Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa, p.333, 2011.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Manejo de plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 9, 1988, Piracicaba. **Anais do simpósio sobre manejo de pastagem**. Piracicaba: FEALQ, 1988, p.141-183.